
Dei
Sub Numine
Viget

Herrn Dr. August Müller
freundschaftlichst
vom Verfasser.

BEITRÄGE



ZUR

VERGLEICHENDEN ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE

DES

GEFÄSS-SYSTEMES.

VON

Wilhelm, ritter von

ERNST BRÜCKE,

WIRKLICHEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(AUS DEM III. BANDE DER DENKSCHRIFTEN DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN BESONDERS ABGEDRUCKT.)

WIEN.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

1852.

Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Physiologie des Gefäss-Systemes.

Von **Ernst Brücke,**

wirkl. Mitgliede der kais. Akademie der Wissenschaften.

(Taf. I—VI.)

(Vorgetragen in den Sitzungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe am 17. October und 14. November 1850; ferner am 9. und 30. Jänner und 10. Juli 1851.)

I. Ueber die Mechanik des Kreislaufes bei den Amphibien.

Die Betrachtung, wie es unvernünftig sei, anzunehmen, dass bei den Amphibien der grosse und der kleine Kreislauf trotz den höchst ungleichen Widerständen, welche sie darbieten, von gleichen Arbeitskräften getrieben werden, führte mich auf eine Reihe von Untersuchungen über die Mechanik des Blutumlaufes in diesen Thieren, deren Resultate in den folgenden Blättern enthalten sind.

Beschuppte Amphibien.

A. Schildkröten.

(Vorgetragen in der Sitzung am 14. November 1850.)

Ich mache den Anfang mit den Schildkröten, weil ich an ihnen wegen der Grösse dieser Thiere und wegen der Leichtigkeit, mit der sie hier lebend zu bekommen sind, die ersten entscheidenden Beobachtungen machte, und weil sie auch denjenigen meiner Fachgenossen, welche diese meine Untersuchungen wiederholen wollen, im Allgemeinen wohl am leichtesten zur Hand sein werden. In den folgenden Angaben. welche sich sämmtlich auf *Emys Europaea* beziehen, und in welchen die Richtungen, wie in der ganzen übrigen Abhandlung, nach der natürlichen Lage des Thieres orientirt sind, werde ich zuerst den Bau des Herzens und der grossen Gefässe abhandeln und dann zu den Folgerungen übergehen, die sich aus diesem und aus Beobachtungen und Versuchen an lebenden Schildkröten ableiten lassen. Wenn man sich eine gründliche Einsicht in die anatomischen Verhältnisse der Amphibienherzen verschaffen will, so darf man nicht bei den gewöhnlichen Injectionen und Zergliederungen stehen bleiben. Zwei Methoden der Präparation sind es, welche sich zu diesen Untersuchungen vorzüglich eignen: Erstens die Hunter'sche, nach welcher man die zu untersuchenden Theile mit Talg ausspritzt, sie dann trocknet und das Talg mit warmem Terpentinöl wieder auszieht, und zweitens eine andere, welche in neuerer Zeit in England vielfältig geübt wird und darin besteht, dass man die Herzen mit starkem Weingeist strotzend anfüllt und sie dann so lange in starkem Weingeist liegen lässt, bis sie erhärtet sind und beim Durchschneiden nicht mehr zusammen fallen. Wenn man ein Schildkrötenherz nach einer dieser beiden Arten zurichtet und dann den Ventrikel in seiner grössten Ausdehnung von rechts nach links durchschneidet, so bemerkt man, dass er ganz und gar mit grösseren und kleineren Hohlräumen durchsetzt ist, welche sich bis nahe unter die Oberfläche erstrecken. Es ist dies ein allgemeiner Charakter, welchen ich an allen Amphibienherzen gefunden habe, die ich im frischen Zustande zu untersuchen Gelegenheit hatte. Dieses unregelmässige Aggregat von Höhlen, welche sämmtlich mit einander zusammenhängen, kann man in mehrere Partien

theilen. Wenn man zunächst aus dem linken Vorhofe durch das ***Ostium venosum sinistrum*** und zwischen den zwei[1]) dasselbe verschliessenden Klappen in den Ventrikel eingeht, so gelangt man in eine geräumige Höhle, welche mit zahlreichen Divertikeln versehen, aber doch noch mit einer ziemlich compacten Fleischmasse umgeben ist, so dass hier die Herzwand ihre grösste Stärke hat. Diese Höhle, welche das hellrothe Blut aufnimmt, und welche mit ihren Ausläufern das linke Ende des Ventrikels bildend mehr als ein Drittheil des gesammten Höhlenraumes desselben ausmacht, will ich das *Cavum arteriosum* nennen, im Gegensatze zu der Summe der übrigen Hohlräume, welche das dunkelrothe Blut des rechten Vorhofes aufnehmen und welche man desshalb als *Cavum venosum* bezeichnen kann. Die Grenze zwischen beiden ist durch keine bestimmte Scheidewand gegeben, man muss sie aber, der grössten Wahrscheinlichkeit gemäss, dahin verlegen, wo die gedachte Verlängerung der Vorhofsscheidewand den Ventrikel durchschneiden würde. Der linke Theil des *Cavum venosum*, welcher die Mitte des Herzventrikels einnimmt, ist durch zahlreiche Fleischbalken zerklüftet, die, von der Wand des Ventrikels kommend, keilförmig gegen das *Ostium venosum dextrum* zusammenlaufen und in zarte Netze von Sehnenfäden endigen, welche ihrerseits wieder an der vorderen und hinteren Wand des Ventrikels mit dem Saume des *Ostium venosum dextrum* und so indirect mit dessen Klappe verbunden sind, sich aber nicht wie die Sehnenfäden der Papillarmuskeln der höheren Thiere an ihr selbst inseriren. Der rechte Theil des *Cavum venosum*, welcher das rechte Ende des Ventrikels einnimmt, besteht aus einer Haupthöhle und zahlreichen kleinen Nebenhöhlen und wird durch eine Muskelleiste in eine obere und eine untere Hälfte getheilt. Diese Muskelleiste beginnt von einem unregelmässig birnförmigen, von Bojanus entdeckten Knorpel, der, während seine Länge etwa den siebenzigsten Theil von der des Rückschildes beträgt, bei älteren Exemplaren mit einem Knochenkern versehen ist und zwischen dem Eingange in die Lungenschlagader und den Eingängen in die *Aorta dextra* und *sinistra* liegt. Von hieraus läuft sie mit ihrem ziemlich scharfen und etwas concaven Rande gegen die rechte Wand des Ventrikels hin. Diesem Rande gegenüber liegt ein Fleischpolster, welches ihr während der Kammersystole genähert wird, so dass die Trennung des *Cavum venosum* in eine obere und eine untere Hälfte um so vollständiger wird, je weiter die Zusammenziehung des Ventrikels fortschreitet, wobei aber, wie wir später sehen werden, die untere viel rascher als die obere am Volumen abnimmt.

Sämmtliche Arterienstämme gehen aus dem *Cavum venosum* des Ventrikels hervor. Sie sind an ihrer Basis in ein Bündel vereinigt und von einem Muskelstreifen umgeben, welcher besonders an der Wurzel der Lungenschlagader stark entwickelt ist. Dieser Muskelstreifen ist in vergleichend-anatomischer Hinsicht das Analogon der Muskulatur des pulsirenden *Bulbus arteriosus*, der den nackten Amphibien eigen ist. Man unterscheidet drei Hauptgefäss-Stämme, von denen jeder seinen eigenen mit zwei Semilunarklappen versehenen Eingang hat. Am meisten nach oben und rechts entspringt der Stamm der rechten Aorta, welche sich in die *Aorta abdominalis* fortsetzt und von dem sich sofort ein *Truncus anonymus maximus* abzweigt, aus dem beide Carotiden und beide Subclavien hervorgehen. Nach unten vom Stamm der rechten Aorta entspringt der der linken, welche, nachdem sie, ohne dass irgend welche Zweige von ihr abgehen, den linken Aortenbogen gebildet hat, zur Bauch-Aorta nur einen dünnen, schräg von vorn und links nach hinten und rechts gehenden Verbindungsast abgibt und sich dann in die Schlagadern des chylopoetischen Systemes spaltet. Von diesem Stamme nach links findet man den gemeinsamen Eingang in die beiden Lungenschlagadern, welche als sehr starke Stämme bis unter die Höhe der Aortenbogen hinauflaufen, sich dann aber plötzlich verjüngen und zu den Lungen herabgehen.

---

[1]) Es ist nicht streng richtig, wenn man bisweilen angeführt findet, bei den beschuppten Amphibien habe jedes *Ostium venosum* nur eine Klappe; es sind im Grunde immer zwei, eine innere und eine äussere vorhanden; die äusseren sind nur verhältnissmässig klein und wenig beweglich; namentlich ist die äussere Klappe des *Ost. venosum dextrum* meistens auf einen ganz schmalen, fast unbeweglichen Saum reducirt. Wenn ich desshalb in der Folge von der Klappe am *Ostium venosum dextrum* oder *sinistrum* kurzweg rede, so ist immer die grössere innere Klappe gemeint. Die grossen inneren Klappen gehen dachförmig vom unteren Rande des *Septum atriorum* aus, gleichsam als ob sich dieses in zwei Blätter spaltete. Vermöge dieser Bildung divergiren die Blutströme, welche aus beiden Atrien kommen, wodurch ihre Vermischung mit einander soviel als möglich gehindert wird.

Die betreffenden Theile sind, so weit es nothwendig schien, auf den Tafeln I und II in den Figuren 1, 2, 3 und 4 abgebildet. Fig. 1, 2 und 3 sind einem nach der Hunter'schen Methode präparirten Herzen entnommen, von dem ich die Vorhöfe entfernt und dasselbe dann von rechts nach links in seiner grössten Ausdehnung durchschnitten hatte; Fig. 1 ist die grössere untere Hälfte von der oberen Seite gesehen, *a* ist das *Cavum arteriosum, bbbb* sind die Fleischbalken oder Fleischkeile, welche im linken Theile des *Cavum venosum* und auf der Grenze zwischen *Cavum venosum* und *arteriosum* stehen, *c* ist der Durchgang aus der obern Hälfte des rechten Theiles vom *Cavum venosum* in die untere Hälfte desselben; 1) ist die äussere Klappe des *Ostium venosum sinistrum*, 2) die innere Klappe desselben, 3) die innere Klappe des *Ostium venosum dextrum* und 4) die äussere Klappe desselben, 5) die *Arteria pulmonalis sinistra*. 6) die *Arteria pulmonalis dextra*, 7) die *Aorta dextra*, 8) die *Aorta sinistra*, 9) die *Carotis sinistra*, 10) die *Carotis dextra*, 11) die *Subclavia sinistra* und 12) die *Subclavia dextra*.

Fig. 2 stellt dasselbe Herz von der untern Seite dar, nachdem durch dasselbe ein schiefer Schnitt so geführt ist, dass er durch die untere Hälfte des rechten Theiles des *Cavum venosum* und gleichzeitig durch die Wurzeln der Lungenschlagader und der rechten Aorta geht. Die Zahlen 5) bis 12) haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 1, 13) ist die *Arteria thyreoidea*[1]). Bei *a* gelangt man also in den *Truncus anonymus maximus*, bei *b* in die rechte, bei *d* in die linke Aorta, bei *m* in die *Arteria pulmonalis dextra* und bei *n* in die *Arteria pulmonalis sinistra*. Bei *c* ist wie in Fig. 1 der Durchgang aus der obern Hälfte des rechten Theiles des *Cavum venosum* in die untere Hälfte desselben, *p* ist die Muskelleiste, welche beide Hälften trennt und *q* das gegenüberliegende Fleischpolster. Bei *o* liegt der Knorpel des Bojanus, der hier aber wegen der Präparationsmethode bis auf den kleinen Knochenkern verschrumpft ist.

Desshalb ist diese Region in Fig. 3 noch einmal nach einem durch Weingeist-Injection bereiteten Präparate ums Doppelte vergrössert dargestellt. Der Knorpel ist mit *o*, die Muskelleiste mit *s*, die *Aorta dextra* mit *p*, die *Aorta sinistra* mit *r* und die *Arteria pulmonalis* mit *q* bezeichnet.

Figur 4 (Taf. II) zeigt das von Fig. 2 abgeschnittene Stück, *a* ist der Ursprung der *Arteria coronaria magna* aus der *Aorta dextra*, *c* die *Aorta sinistra*, *d* die *Arteria pulmonalis* und *q* das Fleischpolster wie in Fig. 2.

Um das Herz in seiner Thätigkeit zu beobachten, verfährt man folgendermassen. Man bindet eine Schildkröte mit ihren vier Extremitäten rücklings auf ein Brett, trennt bei *Emys Europaea* mit einem kurzen groben Messer die Verbindung zwischen Brust und Rückenschild und trägt dann das erstere ab, was mit um so geringerem Blutverluste geschieht, je näher man das Messer am Knochen führt. Bei *Testudo Graeca* muss man die Verbindung zwischen Brust und Rückenschild mit der Säge durchschneiden, übrigens aber ist die Operation dieselbe. Nachdem das Brustschild abgetragen ist, sieht man hinter dem durchscheinenden vorderen Blatte des Herzbeutels das Herz langsam pulsiren, und wenn man denselben öffnet, so findet man es von einer reichlichen Menge *Liquor pericardii* umgeben in der geräumigen Herzbeutelhöhle, an deren Fussende der Ventrikel durch ein kurzes aber starkes Band angeheftet ist. Man bemerkt sogleich den auffallenden Unterschied zwischen der Farbe des rechten und der des linken Vorhofes und nimmt während der Kammerdiastole auch einen ähnlichen Unterschied an den beiden Hälften des Ventrikels wahr, indem das dunkelrothe Blut sich in die rechte, das hellrothe sich in die linke Seite desselben ergiesst. Im Verlaufe der Zusammenziehung der Kammer färbt sich auch die rechte Hälfte derselben heller bis der ganze Ventrikel endlich gegen das Ende der Systole erblasst. Die Contraction des Ventrikels beginnt freilich in allen Theilen desselben zu gleicher Zeit, aber sie schreitet nicht in allen mit gleicher Energie vorwärts, indem sich zuerst vorzugsweise die rechte Hälfte, zuletzt vorzugsweise die

[1]) Bojanus (*Anatome testudinis Europaeae Vilnae 1819 fol., p. 66*) nennt das Organ, zu dem diese Schlagader hingeht, die *Thymus*; es zweifelt aber wohl jetzt niemand mehr, dass dasselbe die *Thyreoidea* sei, weil es in seiner Structur vielmehr mit dieser als mit der *Thymus* übereinstimmt und die Lage hier wohl von untergeordneter Bedeutung ist. Es ist dasselbe Organ, welches schon Cuvier bei den Schlangen als Schilddrüse erkannt hat. (*Leçons d'anatomie comparée. Paris 1805. T. IV, p. 534.*)

linke zusammenzieht, so dass in dieser der Act der Contraction um ein weniges länger währt als in der rechten. Ingleichen kann man beobachten, dass der Puls der Lungenschlagader einen von dem der Körperschlagadern sehr verschiedenen Charakter hat. Man sieht die grossen Lungenschlagaderstämme, von denen der linke bequem zur Beobachtung liegt, sich viel stärker ausdehnen und viel mehr zusammenfallen als die Aorten. Der Puls der Lungenschlagadern ist also grösser als der der Körperschlagadern, wenn man ihn aber mit dem Finger untersucht, so findet man, dass er zugleich weicher ist, d. h. dass das Blut in den Lungenschlagadern unter einem geringeren Drucke strömt als in den Körperschlagadern. Endlich bemerkt man noch, dass zwar die Aorten ihre höchste Spannung erst ganz am Ende der Kammersystole erlangen, dass dies bei der *Arteria pulmonalis* aber nicht der Fall ist, sondern dass diese am Ende der Kammersystole schon wieder anfängt zusammen zu sinken. Sticht man mit einer scharfen, geraden, schneidenden Staarnadel (Beer'schen Lanze) die Lungenschlagader an, so schiesst aus derselben stossweise ein mit jeder Kammerdiastole unterbrochener, meist nur wenige Zoll hoher Strahl von dunkelrothem Blute hervor; sticht man dagegen in derselben Weise eine der Aorten an, so springt aus derselben ein zwei, drei bis viermal höherer Strahl hervor, der anfangs continuirlich ist und erst unterbrochen wird, wenn das Thier eine gewisse Menge Blutes verloren hat. Das Blut dieses Strahls ist heller als das der Lungenschlagader, obgleich nicht so hell wie das des linken Vorhofes. Alle diese Versuche, welche ich oftmals angestellt habe, und welche ein um so schlagenderes Resultat geben, je grösser das Thier, je besser seine Circulation im Gange und je besser sein Blut oxydirt ist, müssen bei einigem Nachdenken zu der Vermuthung Veranlassung geben, dass nicht während der ganzen Kammersystole das Blut in die Lungenschlagadern fliesst, sondern dass es während des letzten Theiles derselben seinen Weg nur in die Körperarterien findet. Man wird in dieser Vermuthung bestärkt, wenn man sieht, was während der Kammersystole an der Wurzel der *Arteria pulmonalis* vor sich geht. Gegen die Mitte derselben zieht sich nämlich der hier liegende Muskelstreifen so stark zusammen, dass dadurch eine tiefe Einschnürung gerade am Eingange in die Lungenschlagader gebildet wird. Um jeden Zweifel zu heben, durchschneidet man die grossen Venenstämme, damit kein Blut mehr ins Herz dringen kann, saugt das ausfliessende Blut mit einem Schwamme auf und führt dann von vorne her einen Längsschnitt in der Wand der Lungenschlagader, der sich bis in den Ventrikel hinein erstreckt. Da das so zugerichtete Herz noch immer ganz regelmässig pulsirt, so sieht man, wie sich im Verlaufe der Kammersystole der Knorpel, welcher zwischen dem Eingange in die rechte Aorta und dem in die *Arteria pulmonalis* liegt, nach links wendet, so dass, wenn sich nun der besagte Muskelstreifen zusammenzieht, der Eingang in die Lungenschlagadern verschlossen wird, während das Blut nach rechts von dem Knorpel noch in die *Aorta dextra*, nach unten von demselben noch in die *Aorta sinistra* einströmen kann.

Es wird dieser Verschluss noch erleichtert und gesichert dadurch, dass zugleich die Muskelleiste welche von dem Knorpel entspringt, gegen die untere (der Bauchseite zugewendete) Herzwand gedrück wird, wie sich dieses aus der vorerwähnten Beobachtung mit Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse leicht erschliessen lässt.

Hierdurch klären sich nicht nur alle wahrgenommenen Erscheinungen auf, sondern man erhält auch sogleich eine vollständige Einsicht in die Mechanik des Kreislaufes bei den Schildkröten. Da alle Arterienstämme aus dem *Cavum venosum* hervorgehen, so wird zuerst das dunkelrothe Blut ausgeleert und fliesst sowohl in die Körper als in Lungenschlagadern hinein, vorzugsweise aber in die letzteren, indem sich ihm hier der geringere Widerstand entgegensetzt; denn es ist klar, dass nicht nur der Gesammtwiderstand des kleinen Kreislaufes ausserordentlich viel geringer ist als der des grossen, sondern dass auch die dehnsamen Wände der weiten Lungenschlagaderstämme der anwogenden Blutwelle leichter nachgeben als die strafferen Körperarterien, wie dieses auch die directe Untersuchung des Pulses zeigt. Dem dunkelrothen Blute rückt das hellrothe, sich theilweise mit ihm vermischend, nach, indem es aus dem *Cavum arteriosum* in die linke, dann in die rechte Hälfte des *Cavum venosum* und so bis in die Arterien gelangt. Zu dieser

Zeit aber schliesst sich der Eingang in die *Arteria pulmonalis*, so dass das arterielle Blut ausschliesslich in die Körperschlagadern fliesst und ebenso die Arbeitskraft, welche der letzte Theil der Kammersystole repräsentirt, ausschliesslich für den grossen Kreislauf verwerthet wird.

Es war nun noch von Interesse sich wenigstens eine annähernde Vorstellung zu machen von dem Verhältnisse der Blutmengen, welche in gleichen Zeiträumen durch den grossen und durch den kleinen Kreislauf befördert werden. Da sich beide Vorhöfe, so lange der Kreislauf im normalen Gange ist, gleichmässig anfüllen und fast vollständig entleeren, so kann man annehmen, dass sich die Mengen vom dunkeln und hellen Blut, welche während einer Systole der Vorhöfe in die Kammer entleert werden, unter einander verhalten wie die Capacitäten der Vorhöfe. Um diese zu ermitteln, wurden beide Vorhöfe einer *Emys Europaea* straff mit Talg injicirt, und nachdem die zuführenden Venen an ihrer Einmündungsstelle abgeschnitten waren, vom Ventrikel losgelöst. Hierauf wurden sie im *Septum atriorum* von einander getrennt, dann getrocknet und einzeln gewogen. Endlich wurde das Talg erst mit warmem Terpentinöl, dann mit Aether ausgezogen und die leeren Vorhöfe wieder gewogen. Die so ermittelten Talgmengen verhielten sich unter einander fast genau wie 19 zu 11 [1]). Wenn man also die gesammte Blutmenge, welche während der Vorhofssystole in den Ventrikel fliesst, gleich 30 setzt, so sind darunter 19 Theile venöses und 11 Theile arterielles, und da im Mittel in jeden der beiden Kreisläufe eben so viel Blut zufliessen muss als daraus abfliesst, so gehen von jenen 19 Theilen venösen Blutes 11 Theile in die Lungen, während 8 Theile gemischt mit 11 Theilen arteriellen Blutes in den Körperkreislauf zurückkehren.

Ausser der *Emys Europaea* habe ich drei Exemplare von *Testudo Graeca* untersucht, welche mir Herr Dr. Kratter aus Dalmatien mitbrachte. Ich fand indessen die Verhältnisse im Wesentlichen wie bei *Emys Europaea*; nur war, obgleich die Thiere ausgewachsen waren, in dem von Bojanus entdeckten Knorpel am Eingange in die grossen Arterienstämme kein Knochenkern *(Ossiculum cordis Boj.)* zu finden. Cuvier, dessen Beschreibung vom Schildkrötenherzen mir trotz ihrer Kürze und Allgemeinheit die gelungenste scheint, sagt *(Leçons d'anatomie comparée, t. IV, p. 221)*, dass bei den Landschildkröten nur ein Zugang zu sämmtlichen Körper-Arterien vorhanden sei, ich habe aber diese Angabe nicht richtig gefunden.

Sehr auffallend sind mir einige Angaben, die G. R. Treviranus (Beobachtungen aus der Zootomie und Physiologie, Bremen 1839, 4°.) über das Herz mehrerer Schildkröten macht, welche ihm lebend zu Gebote standen, und welche zu untersuchen ich leider keine Gelegenheit hatte. Seite 3 sagt er, dass *Chersine tessulata* und *Caretta imbricata* zwei durch eine unvollkommene Scheidewand von einander getrennte Ventrikel haben und Seite 4 heisst es: „An der Kammermündung jeder Vorkammer gibt es eine beutelförmige Klappe, die ein Fortsatz des Septum der Vorkammern ist und sich bei den Arten, die zwei Ventrikel des Herzens haben, auch in die Scheidewand dieser Kammern fortsetzt." Vergleicht man nun aber, Fig. 8 und 9, die Abbildungen, die er vom Herzen der *Caretta imbricata* gegeben hat mit den beigegebenen Erklärungen, so findet man, dass er hier dem mit *h* bezeichneten *Ostium venosum dextrum* die Klappe abspricht, sie aber abbildet und mit *d* bezeichnet als *Septum ventriculorum* aufführt. Ich will hiermit nur sagen, dass das, was *Treviranus septum ventriculorum* nannte, kein solches war, aber nicht, dass man bei keiner Schildkröte von einer Kammerscheidewand sprechen dürfe. Wir haben gesehen, dass da, wo das *Cavum venosum* mit dem *Cavum arteriosum* grenzt, eine Menge von Fleischbalken und keilförmigen Muskelmassen tief in die Herzhöhle hineinragen. Vereinigen sich diese einmal in eine compacte Wand oder ist eine Partie derselben besonders entwickelt, so kann man diese allerdings als *Septum ventriculorum* bezeichnen, wenn man unter dem linken Ventrikel, aus dem aber dann kein Arterienstamm entspringt, das

---

[1]) Der gefüllte rechte Vorhof wog 2,519 Gr., der gefüllte linke 1,467 Gr., der leere rechte 0,049 Gr., der leere linke 0,031 Gr. Also betrug die im rechten Vorhofe enthaltene Talgmenge 2,479 Gr., die des linken 1,436 Gr. Hiernach ist die Angabe Meckel's zu berichtigen, nach welcher bei den Schildkröten der rechte Vorhof nur wenig grösser ist als der linke.

versteht, was ich *Cavum arteriosum* nenne; unter dem rechten das, was ich *Cavum venosum* nenne. Ferner heisst es Seite 4 unten: „Die Hohlvenen vereinigen sich bei *Caretta imbricata* zu einem gemeinschaftlichen Stamm, der sich auf der einen Seite unmittelbar in den rechten Ventrikel, auf der andern in die rechte Vorkammer öffnet. Der Rückfluss aus der letztern in den Venenstamm wird durch zwei lange Klappen verhindert. Der Zugang zum Ventrikel hingegen ist ohne Valvel." Treviranus gibt auch hiervon in Fig. 9 eine Abbildung, aus der man aber nicht viel entnehmen kann. Um die Möglichkeit eines solchen Verhältnisses zu beurtheilen, muss man sich zunächst eine klare Idee von der physiologischen Bedeutung eines Herz-Atriums machen. Die Arbeitskraft, welche das Atrium aufbringt, ist verhältnissmässig zu der des Ventrikels ausserordentlich gering, aber dennoch ist dasselbe von hoher Wichtigkeit für die Mechanik des Kreislaufes, indem es ein unmittelbar an dem Ventrikel liegendes Diverticulum des Venensystemes bildet, in welches das Venenblut während der Kammersystole einströmen und sich darin ansammeln kann, um während der Diastole der Kammer sofort in dieselbe ergossen zu werden und sie in kürzester Zeit anzufüllen. Es liegt also auch nichts physiologisch unmögliches darin, dass die Hohlvene theilweise in den Ventrikel selbst einmündet, und man wird sich ein solches Verhältniss leicht anschaulich machen, wenn man sich denkt, dass Venen-Ostium und Kammer-Ostium des Vorhofes immer näher und bis zur Berührung an einander rücken. Befremdend ist es nur, dass sich zwischen dem Ventrikel und der Hohlvene während der Systole des ersten keine Klappe schliessen soll. Treviranus meint aber selbst, dass ein solcher Verschluss vielleicht einigermassen durch die rechte Atrioventricularklappe bewirkt werden möge, und dies ist, wenn die Angabe von Treviranus überhaupt richtig ist, ganz sicher der Fall, weil sonst die Mechanik des Herzens gänzlich zerstört sein und mehr Blut rückwärts in die Hohladern als vorwärts in die Arterien fliessen würde. Während der Zusammenziehung der Hohladern wird das Blut derselben sich auch ausschliesslich in die Vorkammer ergiessen müssen, indem sich dann der Ventrikel im Maximum der Contraction befindet und noch kein Blut aufnehmen kann. Erst wenn die Zusammenziehung der Hohladern in die der Vorkammern übergeht, erschlafft die Kammer, um das Blut aus diesen aufzunehmen. Diese Phase der Herzbewegung würde also die einzige sein, während welcher das Blut aus der Hohlvene in den Ventrikel fliessen könnte. Es lässt sich aber schwer einsehen, wie zu dieser Zeit, wo Vorhof und Ventrikel frei mit einander communiciren, der Weg vom Ventrikel in die Holvene offen sein soll, während der vom Vorhof in die Hohlvene durch eine Klappe verschlossen ist. Treviranus sagt, die Scheidewand der Vorkammern bestehe bei *Caretta imbricata* aus zwei häutigen Blättern, die an der Basis des Septum von einander abweichen und einen freien Raum zwischen sich lassen, den man für ein drittes mittleres Atrium ansehen könne und dieser Raum sei es, „der die unmittelbare Verbindung der Hohlvene mit der Kammer vermittle." Während der Zusammenziehung der Vorhöfe nun ist das Blut in diesen unter einen stärkeren Druck gesetzt als im Ventrikel und in der Hohlvene, denn sonst würde weder das Blut in jenen hineinfliessen noch die Klappe an der Vorhofmündung dieser geschlossen werden. Hierdurch nun müssen jene beiden häutigen Blätter an einander gedrückt werden und dadurch jene dritte Höhle schwinden, welche die Communication zwischen Hohlvene und Kammer vermitteln soll, so dass auch während dieser Phase der Herzbewegung weder Blut aus der Hohlvene in den Ventrikel noch umgekehrt aus diesem in jene zurückfliessen würde. Ueberdies muss bemerkt werden, dass während der Vorhofssystole die Mündung der Hohlvene nie so weit ist, wie während der Kammersystole, und nie so weit, wie sie sich nach dem Tode zeigt. Nachdem sich die Hohlvenen contrahirt haben, zieht sich zunächst ein Muskelring gerade an der Einmundungsstelle derselben zusammen, und indess die Hohlvenen selbst wieder erschlaffen, bleibt dieser Ring contrahirt, während sich die Vorhöfe zusammenziehen, wodurch der Verschluss der an dieser Stelle befindlichen Klappen begünstigt wird. Man kann diesen Vorgang direct beobachten, wenn man das kurze Band, mit welchem die Herzspitze der Schildkröten am Herzbeutel befestigt ist, durchschneidet und dann den Ventrikel nach oben zurückschlägt, so dass man der Einmündungsstelle der Hohlvene ansichtig wird. In noch auffallenderer Weise sieht man diese Zusammenschnürung der Hohlvenenmündung bei den Batrachiern.

Unter den Amphibien, die ich untersuchte, habe ich sie am geringsten bei den Schlangen gefunden, indem bei diesen die Klappen an der besagten Stelle sehr vollkommen ausgebildet sind, so dass sie auch ohne eine solche Hülfsbewegung schliessen. Es ist kaum zu bezweifeln, dass ein ähnlicher Vorgang auch bei den Säugethieren statt hat und dadurch mit Hülfe der rudimentären Klappen, welche sich hier finden[1]), wenn auch kein Verschluss, doch eine sehr bedeutende Verengerung der Hohlvenenmündung erzielt wird. — Aus allem dem bisher Gesagten scheint mir hervorzugehen, dass wenn sich auch die Angabe von Treviranus als anatomisch richtig bestätigte, der physiologische Effect kein wesentlich anderer sein würde, als wenn die Hohlvenen in der gewöhnlichen Weise in den Vorhof allein einmündeten. Ein ganz gleiches Verhältniss, wie es Treviranus bei *Caretta imbricata* zwischen Ventrikel und Hohlvenen beschreibt, besteht nach ihm bei *Chersine tessulata* zwischen Ventrikel und Lungenvenen.

Bei *Terrapene clausa* fand Treviranus die Scheidewand der Vorhöfe durchbohrt und zwar war das *Foramen ovale*, so wie er dasselbe beschreibt, für den Uebergang des Blutes aus dem rechten Vorhofe in den linken, so wie beim Fötus der warmblutigen Thiere, bestimmt. Hier würde also das dunkle Blut, welches bestimmt ist mit dem hellrothen wieder in den Körperkreislauf zurückzukehren, ganz oder theilweise aus dem rechten Vorhofe in den linken übergeben. Da eine solche Veränderung gewiss anderweitige interessante Abweichungen in der Organisation des Herzens dieses Thieres mit sich führt, so ist es wirklich sehr zu bedauern, dass über dasselbe nichts beigebracht ist, als eine Abbildung mit so unvollkommener Bezeichnung, dass man sich nicht einmal in den grossen Arterienstämmen zurecht finden kann.

Endlich macht Treviranus, Seite 6, noch folgende abweichende Angaben über den Ursprung der Arterien aus dem Herzen. „Bei *Emys reticulata* und *serrata*" sagt er „gibt es drei Oeffnungen: Eine für die Lungenarterien, eine zweite für die beiden absteigenden Aorten, und eine dritte kleine für die aufsteigenden Schlagadern (Subclavien und Carotiden). Die beiden ersten Mündungen haben zwei halbmondförmige Klappen, der dritten fehlen sie." Diese letztere Angabe zeigt deutlich, dass man es hier mit irgend einem Beobachtungsfehler zu thun habe, denn es wird wohl kein Physiolog glauben, dass von drei arteriösen Ostien zwei Klappen haben und das dritte nicht. „Bei *Emys centrata*" heisst es ferner „vereinigen sich die beiden aufsteigenden Arterien mit den Lungenschlagadern und die beiden absteigenden Aorten mit einander, so dass es in dem Bulbus nur zwei Mündungen gibt, von welchen jede mit einer halbmondförmigen Klappe versehen ist" und weiter unten: „Bei *Caretta imbricata* hat die eine absteigende Aorte eine gemeinschaftliche Mündung mit den Lungenschlagadern, an welcher es zwei halbmondförmige Klappen gibt. Die andere entspringt gemeinschaftlich mit den aufsteigenden Arterien und in der gemeinschaftlichen Mündung beider liegen statt Klappen nur fleischige Querfalten." Da mir die von Treviranus untersuchten Thiere nicht zu Gebote stehen, so kann ich diesen Angaben nur die Bemerkung hinzufügen, dass ich bei keinem beschuppten Amphibium von allen, die ich bisher untersuchte, einen wesentlich andern Ursprung der grossen Gefässe aus dem Herzen gefunden habe, als der ist, den ich in Uebereinstimmung mit Bojanus bei *Emys Europaea* und ebenso bei *Testudo Graeca* beschrieb, und der mit dem zusammenfällt, welchen Cuvier den Seeschildkröten und Treviranus der *Chersine tessulata* zuschreibt. Selbst bei den schwanzlosen Batrachiern entspringen die Lungenschlagadern noch völlig gesondert von den Körperschlagadern und geben nur eine grosse Arterie zur Haut ab, welche bei ihnen auch Respirations-Organ ist. Die Salamander sind in absteigender Reihe die ersten mir bekannten Amphibien, bei welchen man vom Aortensystem aus die Lungenschlagadern einspritzen kann.

[1]) Die ausgebildetsten Klappen an dieser Stelle habe ich unter den Säugethieren an einem Herzen von Castor Fiber gesehen, welches mir Herr Prof. Langer zeigte, und welches sich in der hiesigen anatomischen Sammlung befindet. Hier hat die untere Hohlvene zwei halbmondförmige Klappen, die obere nur eine vordere; diese aber steht dem *Tuberculum Loweri* gegenüber, welches hier, wie ich dies auch bei jungen Hunden gefunden habe, eine stark vorspringende halbmondförmige Leiste bildet, die wahrscheinlich als zweite Klappe fungirt.

B. Schlangen.

(Vorgetragen in der Sitzung am 10. Juli 1851.)

Meine Untersuchungen über den Kreislauf der Schlangen habe ich an *Coluber Aesculapii* und *Tropidonotus natrix* angestellt. Beide Thiere verhalten sich völlig gleich, doch gebe ich dem erstern wegen seiner grösseren Dimensionen bei Vivisectionen den Vorzug.

Aus dem Ventrikel des Herzens gehen drei im Dreieck dicht neben einander gestellte Arterienstämme hervor, von denen jeder mit einem Paar von Semilunarklappen versehen ist. Der von diesen am meisten nach links liegende ist die *Arteria pulmonalis*, der nach rechts und unten entspringende die linke Aorta und der nach rechts und oben entspringende die rechte Aorta. Diese gibt, noch ehe sie bis zum vorderen Ende der Vorhöfe gelangt ist, die *Carotis communis* ab, wendet sich dann um einen aufsteigenden Ast auszusenden, der *Rami oesophagei, intercostales* und Zweige für Nackenmuskeln abgibt, und steigt endlich nach abwärts um sich mit der linken Aorta, zur *Aorta communis descendens* zu vereinigen. Wenn man sich links vom Ursprunge der Lungenschlagader eine Ebene schräg von vorn und rechts nach hinten und links durch den Ventrikel gelegt denkt, so wird derselbe hierdurch in zwei ungleiche Hälften getheilt, von denen die grössere nach hinten, die kleinere nach links von den Wurzeln der grossen Arterien liegt. Die letztere ist es, welche, wie man leicht aus der Lage des *Ostium venosum sinistrum* ersieht, das hellrothe Blut des linken Vorhofes aufnimmt. Ich will desshalb diesen Theil der Herzhöhle nach Analogie der bei den Schildkröten gebrauchten Bezeichnung *Cavum arteriosum* nennen. Durch zahlreiche Fleischbalken ist es nach allen Richtungnn durchsetzt, so dass nur eine verhältnissmässig kleine und höchst unregelmässige Centralhöhle vorhanden ist. Das geräumigere *Cavum venosum* wird unvollkommen in eine obere und eine untere Hälfte getheilt durch eine Muskelleiste, welche wie bei den Schildkröten von dem Zwischenraume zwischen den drei grossen Gefäss-Stämmen beginnt und nach rückwärts läuft, bis sie sich, nachdem sie zwei Drittheile des Weges von ihrem Ursprunge bis zur Herzspitze zurückgelegt hat, an die rechte Wand des Ventrikels anheftet; dabei bildet ihre untere Seite der ganzen Länge nach mit der vorderen Wand des Ventrikels eine Rinne, welche zu dem Eingange in die Lungenschlagader hinführt. Diese Muskelleiste, welche, wie wir in der Folge sehen werden, dazu dient, während des letzten Theiles der Kammersystole dem Blute den Eingang in die Lungenschlagader zu versperren, haben einige Anatomen den Namen einer unvollkommenen Scheidewand des Ventrikels gegeben, man muss aber immer vor Augen haben, dass sie nicht arterielles und venöses Blut von einander trennt, sondern dass sie in einen Theil der Herzhöhle hineinragt, welcher während der Kammerdiastole nur dunkelrothes Blut aufnimmt. Die Verbindung zwischen *Cavum venosum* und *Cavum arteriosum* ist ähnlich wie bei den Schildkröten, nur vermisse ich hier die bei jenen Thieren beschriebenen Netze von Sehnenfäden.

Die betreffenden Theile sind Taf. II, Fig. 5, nach einem durch Talg-Injection präparirten Herzen von *Tropidonotus natrix* einmal im Durchmesser vergrössert dargestellt. Vorhöfe und Ventrikel sind durch einen ebenen Schnitt geöffnet, welcher fast parallel mit der Bauchfläche des Thieres liegt. *A* ist der rechte Vorhof und *a* die Stelle, an welcher er durch zwei schräg verlaufende Klappen gegen die Hohlvenen abgeschlossen wird. *B* ist der linke Vorhof, *c)* die *Aorta dextra*, *d)* die *Carotis*, *e)* die *Aorta sinistra* und *f)* die *Arteria pulmonalis*. Das *Cavum arteriosum* ist mit *r* bezeichnet, mit *p* die Muskelleiste im *Cavum venosum*, und mit *q* die Rinne, welche von derselben gebildet wird.

Taf. II, Fig. 6, stellt das abgeschnittene Stück dar, und es haben in dieser Zeichnung die Buchstaben dieselbe Bedeutung wie in der Fig. 5.

Um sich nun zunächst zu überzeugen, dass auch bei den Schlangen in die Lungenschlagader dunkles, in die Körperschlagadern gemischtes Blut einströmt, verfährt man am kürzesten auf folgende Weise. Man fixirt die Schlange dadurch, dass man Kopf und Schwanz, nachdem das Thier möglichst gestreckt worden ist, mit Schraubzwingen auf dem Secirtische befestigt. Dann spaltet man durch zwei Scheren-

schnitte, welche von der mittleren Bauchgegend bis gegen den Hals hin führen die Bedeckungen an den Seiten des Körpers, indem man das stumpfe Blatt der Schere zwischen Haut und Rippen hinführt. Beide Schnitte verbindet man durch einen über den Bauch geführten Querschnitt, erfasst dann den Hautlappen und zieht ihn von hinten nach vorne ab, bis man die ganze Herzgegend entblösst hat. Nachdem man das Herz und die grossen Gefässe durch Abtragen der unteren Wand des Herzbeutels völlig freigelegt hat, bemerkt man, dass sie sämmtlich dunkel gefärbt sind, da durch die am Kopfe angebrachte Schraubzwinge die Respiration aufgehoben ist. Nun öffnet man die Trachea und bläst in dieselbe in wiederholten Stössen Luft ein, dann färben sich sofort der linke Vorhof und die Körperschlagadern hell, während der rechte Vorhof und die Lungenschlagader dunkel bleiben. So entschieden auch die hellere Färbung der Körperarterien ist, so wird doch das Blut in ihnen niemals so hell wie in dem linken Vorhofe, was daher rührt, dass der kleinere linke Vorhof nicht so viel Blut zuführt, als zur Speisung des grossen Kreislaufes nöthig ist, so dass ein Theil des in den Körper getriebenen Blutes aus dem grösseren rechten Vorhofe stammt. Wir haben also hier ganz dasselbe Verhältniss wie bei den Schildkröten. Der Ventrikel nimmt bei der Diastole eine grössere Menge dunkelrothen und eine kleinere Menge hellrothen Blutes auf. Bei der Systole strömt eine Menge dunkelrothen Blutes in die Lungenschlagader, welche gleich ist der während der Diastole aufgenommenen Menge hellrothen Blutes, und das übrige dunkelrothe Blut geht mit dem hellrothen in die Körperschlagadern zurück.

Wenn man ferner einerseits in eine der Aorten, andererseits in die Lungenschlagader einen möglichst kleinen Einstich macht, so beobachtet man dieselben Erscheinungen wie sie unter analogen Verhältnissen bei den Schildkröten beschrieben worden sind. Es zeigt sich also, dass auch hier der grosse und der kleine Kreislauf von verschieden grossen Triebkräften im Gange erhalten werden, und zwar geschieht dies durch einen Mechanismus, der zwar dem der Schildkröten ähnlich, aber doch nicht ganz gleich ist. Es ist klar, dass, da sämmtliche Arterienstämme aus dem *Cavum venosum* entspringen, zu Anfang der Kammersystole dunkelrothes Blut sowohl in die Körper- als in die Lungenschlagadern einströmen muss, und zwar wird dieses zunächst namentlich in die Lungenschlagader einströmen, da es hier den geringeren Widerstand findet. Da an der untern dem Bauche zugewendeten Seite des Ventrikels *Cavum venosum* und *Cavum arteriosum* nicht mit einander communiciren, so ist das hellrothe Blut gezwungen, im obern Theile desselben dem venösen nachzurücken; noch ehe es aber bis an die Wurzel der Lungenschlagader gelangen kann, legt sich die Muskelleiste, Fig. 5 *p*, gegen die untere Wand des Ventrikels, so dass sie die Rinne, welche sie mit derselben bildet und welche zur Lungenschlagader führt, schliesst, mithin das hellrothe Blut ausschliesslich in den grossen Kreislauf gelangt, und auch der mechanische Effect des letzten Theiles der Kammersystole ausschliesslich für diesen verwendet wird. Wenn man die untere Wand des Ventrikels in ähnlicher Weise wie es in Fig. 5 geschehen ist, am lebenden Herzen abträgt, nachdem man zuvor um kein Blut mehr zum Herzen gelangen zu lassen, die grossen Venenstämme unterbunden oder durchschnitten hat, so sieht man auch sehr wohl, dass die Muskelleiste die Bewegung, durch welche der Verschluss gebildet wird, etwas früher ausführt, als sich das *Cavum arteriosum* zusammenzieht, so dass also auch hier wie bei den Schildkröten die Contraction nicht in allen Theilen des Ventrikels vollständig, wenn auch nahezu gleichzeitig ist.

Andere Schlangen als die genannten habe ich nicht lebend bekommen. Untersuchungen an Weingeist-Exemplaren, an welchen das Herz verschrumpft und voll geronnenen Blutes ist, sind zu wenig belehrend, als dass ich sie hätte vornehmen sollen.

Im Herbste 1829 erhielt Retzius durch Professor Nilsson einen eben verstorbenen *Python bivittatus*, von welchem er in den Abhandlungen der schwedischen Akademie der Wissenschaften für das Jahr 1830 eine splanchnologische Beschreibung gab. Obgleich dem Berichte der Isis (Jahrgang 1832, S. 511), welcher mir vorliegt, keine Abbildungen beigegeben sind, so ist die von dem berühmten Anatomen gegebene Beschreibung doch von der Art, dass man sich leicht in ihr zurecht findet. Hiernach scheint

das Herz des *Python* im Allgemeinen mit dem der *Coluber* übereinzustimmen und sich nur dadurch von demselben zu unterscheiden, dass die natürliche Grenze zwischen *Cavum arteriosum* und *Cavum venosum* stärker ausgebildet, und somit die Communication beider, verhältnissmässig enger ist. Als *Cavum arteriosum* erkennt man in der Beschreibung sogleich den spongiösen linken vorderen Theil des Herzens, mit seiner kleinen haselnussgrossen Haupthöhle und zahlreichen Nebenhöhlen. Das *Cavum venosum* beschreibt Retzius als eigentliche Herzkammer. Beide communiciren mit einander durch einen Canal von vier Linien Durchmesser, welcher durch die Klappe am *Ostium venosum dextrum* von diesem geschieden wird. In der unvollkommenen Scheidewand der eigentlichen Herzkammer, erkennt man unsere Muskelleiste, welche das *Cavum venosum* in zwei ungleiche Hälften theilt, die Retzius als obere und untere Zelle bezeichnet. Den Ursprung der grossen Gefässe beschreibt er so, wie er sich bei der gemeinen Natter findet.

Nicht übereinstimmen kann ich mit dem, was über die Mechanik des Kreislaufes gesagt wird, wenn es, Seite 527, heisst: „Die Verrichtung der rudimentären Scheidewand (unserer Muskelleiste) ist ohne Zweifel die, eine geschlossene Rinne zu bilden, welche das arterielle Blut aus der genannten Höhle in dem dicken spongiösen Theile (unserem *Cavum arteriosum*) nach den Mündungen der Körperschlagadern zu leiten; darauf deuten sowohl ihre Form und Lage als auch ihre callösen Ränder hin. In dem Augenblicke, in welchem das arterielle Blut durch diese Räume streicht, schiebt es die semilunäre Valvel vor das Ostium der rechten Vorkammer, welches hierbei verschlossen wird. Im nächsten Augenblicke zieht sich die Scheidewand zurück, die semilunäre Valvel, welche eben das Ostium gegen die rechte Vorkammer zuschloss, schliesst nun den Canal zum dicken Theile (zu unserm *Cavum arteriosum*) und das venöse Blut strömt dadurch in die untere Zelle. In demselben Momente schliesst sich wiederum die Scheidewand an die äussere Wand, und die untere Zelle wird von der obern abgeschlossen, während die Blutsäule in die Lungenchlagader getrieben wird u. s. f. Bei dieser Organisation ist es mehr als zu glaublich, dass die arteriellen und venösen Ströme in ungleichen Momenten durchstreichen, ohne sich mit einander zu vermischen, wovon sich die Langsamkeit der Circulation grösstentheils herleiten lassen dürfte."

Wenn ich die Richtigkeit dieser Anschauungsweise zu bestreiten wage, so stütze ich mich erstens darauf, dass die Mechanik des Kreislaufes bei der Natter nach den Erfahrungen, welche ich bei Vivisectionen aus der unmittelbaren Beobachtung geschöpft und oben dargelegt habe, entschieden anders ist, und zweitens darauf, dass, wie wir in der Folge sehen werden, meinen Erfahrungen nach bei allen beschuppten Amphibien mit Ausnahme der Krokodile der Kreislauf wesentlich nach demselben Principe getrieben wird; ja dass selbst der Kreislauf der schwanzlosen Batrachier von demselben nicht so sehr abweicht, wie die Circulation des Python von der der Natter abweichen würde, wenn die Vermuthungen von Retzius in der That richtig wären.

C. Eidechsen.

(Vorgetragen in der Sitzung am 10. Juli 1851.)

Unter den Eidechsen will ich zunächst *Psammosaurus griseus* abhandeln, weil ich an diesem durch seine Dimensionen so sehr dafür geeigneten Thiere die gründlichsten Untersuchungen anstellen konnte, indem mir auf Ansuchen unserer Akademie zwei grosse Exemplare durch die Gefälligkeit unseres für die wissenschaftlichen nicht minder als für die merkantilischen Zwecke thätigen General-Consuls, Herrn C. W. Huber in Alexandrien, lebend übersendet wurden, wofür ich hier öffentlich meinen Dank abstatte.

Das Herz und Gefäss-System des *Psammosaurus*, welche von dem aller übrigen von mir untersuchten Amphibien wesentlich abweichen, sind besonders genau beschrieben worden vom Marchese Alphonso Corti[1]), welchem ebenfalls zwei Exemplare, die der Ritter von Schreibers lebend mit

[1]) „De systemate vasorum Psammosauri grisei. Vindobonae 1847."

aus Aegypten gebracht hatte, zu Gebote standen. Ich werde desshalb im Laufe meiner Beschreibung häufig Gelegenheit haben auf seine Angaben zurückzukommen. Leider beziehen sich seine Abbildungen nur auf die Verzweigungen und den Verlauf der Gefässe, indem das Herz nur in seinen äusseren Umrissen skizzirt ist, doch ist die Deutlichkeit und Ausführlichkeit der Beschreibung wohl geeignet, diesen Mangel einigermassen zu ersetzen. Aus dem Ventrikel entspringen wie bei den Schlangen und Schildkröten drei grosse Gefäss-Stämme, von denen jeder mit einem Paar von Semilunarklappen versehen ist. Am meisten nach links entspringt der gemeinsame Stamm der Lungenschlagadern, der sich, in der Höhe des vorderen Endes des linken Vorhofes angelangt, in seine beiden Hauptäste spaltet. Nach rechts und unten entspringt die linke Aorta, welche sich über den linken Bronchus schlägt, dann nach rückwärts läuft, vor der Wirbelsäule sich an die *Aorta dextra (descendens)* anlegt und mit ihr durch eine Communications-Oeffnung verbunden ist, sie dann aber sogleich wieder verlässt, um sich in die *Art. oesophagea* und *Art. mesenterica communis* zu spalten. Nach rechts und oben entspringt die *Aorta dextra (arteria anonyma Corti)*, welche in derselben Höhe, in welcher sich die Lungenschlagader spaltet, den gemeinsamen Carotidenstamm abgibt, sich dann über den rechten Bronchus schlägt, hierauf den Stamm für die beiden Subclavien abgibt, den rechten *Arcus Aortae* bildet, und als *Aorta descendens tharacica* und *abdominalis* weiter nach rückwärts läuft.

Alle diese Gefässe entstehen wie bei den Schildkröten und Schlangen aus dem *Cavum venosum*, welches aber hier bei weitem vollständiger vom *Cavum arteriosum* getrennt ist, indem hier ein wirkliches Septum vorkommt, welches nur an einer Stelle, nämlich gerade hinter dem *Ostium venosum dextrum* durchbrochen ist. Diese Scheidewand durchsetzt die Herzkammer in der Weise, dass das *Cavum venosum* die grössere untere rechte, das *Cavum arteriosum* die kleinere, aber muskulösere obere linke Hälfte des Herzens einnimmt. Auf der dem *Cavum venosum* zugewendeten Oberfläche der Scheidewand bemerken wir wieder die uns von den Schildkröten und Schlangen her wohlbekannte Muskelleiste, welche bei jenen Amphibien, von manchen Anatomen als unvollkommenes *Septum ventriculorum* bezeichnet wird, während sie sich hier nur als ein Auswuchs desselben darstellt. Sie beginnt nämlich wiederum von dem Zwischenraume zwischen dem Ursprunge der drei grossen Gefäss-Stämme und steigt gegen die rechte Wand des Ventrikels herab, in dessen halber Höhe sie sich mit derselben verbindet. Diese Muskelleiste theilt das *Cavum venosum* wiederum in eine untere linke und in eine obere rechte Hälfte, wie wir Aehnliches auch bei den Schildkröten und Schlangen gesehen haben. Die untere linke Hälfte nennt Corti den rechten Ventrikel, die obere rechte Hälfte das *Spatium interventriculare*[1]).

Nach unten von dem freien Rande der Leiste befindet sich ein Fleischpolster, gegen das, wie wir später sehen werden, derselbe während der Kammersystole angedrückt wird, so dass diese beiden Räume dann vollständig von einander geschieden sind; dann entspringt aus dem rechten Ventrikel Corti's nur die *Arteria pulmonalis*, während aus dem *Spatium interventriculare* die beiden Aorten hervorgehen. In das *Spatium interventriculare* Corti's ergiesst auch zunächst der rechte Vorhof sein Blut und von hieraus gelangt es während der Kammerdiastole an der Muskelleiste vorbei in den rechten Ventrikel ganz analog dem Vorgange bei den Schildkröten und Schlangen. An der Communications-Oeffnung zwischen

---

[1]) Die vielfachen Controversen über die Ventrikel der Amphibien und ihre Scheidewand rühren daher, dass man, indem man das Herz dieser Thiere auf den Typus des Säugethieres und Vogelherzens zurückführen wollte, sich nicht klar machte, was im vergleichend anatomischen Sinne unter einem Ventrikel zu verstehen sei, und wie man von einer Höhle, die man Ventrikel nennt zu verlangen habe, dass sie ein *Ostium venosum* mit dem dazu gehörigen *Ostium arteriosum* besitze. Die Fleischmasse nun, welche die Unterabtheilungen im Herzen der Amphibien hervorbringt, hat immer drei Hauptschenkel, von denen zwei das *Cavum arteriosum* vom *Cavum venosum* scheiden, der dritte aber (unsere Muskelleiste) dieses wieder in seine obere und untere Zelle theilt. Man kann nicht zwei dieser Hohlräume als rechten und linken Ventrikel bezeichnen und den dritten als eine Nebenhöhle besonders benennen, denn keiner derselben bildet für sich allein einen vollständigen Ventrikel. Dagegen enthalten Corti's linker Ventrikel und sein *Spatium interventriculare* zusammen vollständig die Elemente eines Ventrikels, nämlich ein *Ostium venosum sinistrum* und ein *Ostium arteriosum aorticum* ausserdem aber noch ein *ostium venosum dextrum*. Ebenso enthalten Corti's rechter Ventrikel und sein *Spatium interventriculare* zusammen einen vollständigen Ventrikel mit *Ostium venosum dextrum* und *Ostium arteriosum pulmonale*, ausserdem aber noch das *Ostium arteriosum aorticum*.

Cavum venosum und *Cavum arteriosum* befinden sich nach dem letzteren zu Netze aus Sehnenfäden, ganz ähnlich denen, welche ich bei *Emys Europaea* auf der Grenze zwischen *Cavum arteriosum* und *Cavum venosum* beschrieben und in Fig. 1 abgebildet habe. Gegen diese legt sich während der Vorhofssystole die Klappe am *Ostium venosum dextrum* mit ihrem sehr grossen inneren Lappen (der äussere ist wie bei den Schildkröten auf einen ganz schmalen wenig beweglichen Saum reducirt) und verhindert dadurch, wie Corti richtig erkannt hat, den Eintritt von venösem Blute in das *Cavum arteriosum (Ventriculus sinister Corti*[1]*)*. Es ist dies gleichsam nur eine weitere Ausführung einer Function, welche den Atrio-Ventricularklappen der Amphibien mit Ausnahme der Krokodile allgemein zukommen, indem dieselben während der Vorhofssystole durch ihre dachförmig gegen einander gestellten inneren Lappen immer beide Blutströme nach verschiedenen Richtungen hinleiten, während eben jene Lappen den Raum durch den das *Cavum venosum* und *arteriosum* mit einander communiciren, zu dieser Zeit, wenn auch nicht hermetisch verschliessen, doch bedeutend verengen.

Was endlich das *Cavum arteriosum* selbst anlangt, so hat dasselbe eine unmittelbar unter dem *Ostium venosum sinistrum* liegende ziemlich geräumige Centralhöhle und zahlreiche Nebenhöhlen in den stark muskulösen Wandungen. Es hat ferner nur einen Zugang, das *Ostium venosum sinistrum* und nur einen Ausgang, den so eben beschriebenen Weg in das *Cavum venosum*. Kurz, der wesentliche Unterschied zwischen diesem Herzen und den bisher betrachteten ist nur darin begründet, dass hier die Communication zwischen *Cavum venosum* und *Cavum arteriosum* enger ist, da beide Höhlen durch eine continuirliche nur an einer Stelle durchbrochenen Scheidewand von einander getrennt sind.

Taf. III, Fig. 7, ist das Herz eines *Psammosaurus griseus* von der Bauchseite gesehen in natürlicher Grösse abgebildet. *A* ist der rechte, *B* der linke Vorhof und *C* der Ventrikel. Nr. 1 ist die rechte Aorta, 2 die linke Aorta und 3 die Lungenschlagader; Nr. 4 ist der von der rechten Aorta sich abzweigende gemeinsame Stamm der Carotiden, von welchem bei *o* eine Arterie abgeschnitten ist, von der nach Corti die beiden *Arteriae mammariae internae*, zwei *hepaticae sublimes* und die *Pericardiaca* entspringen, und welche er selbst als *Mammaria interna* bezeichnet; Nr. 5 ist die linke Lungenvene und 6 und 7 sind die Hohlvenen, welche zwar gesondert in den Vorhof einmünden, aber doch so, dass ein und dasselbe Klappenpaar beide Mündungen zu verschliessen im Stande ist.

Taf. III. Fig. 8, stellt dasselbe Herz in der Weise durchschnitten dar, dass das Messer gleichzeitig durch beide Vorhöfe und den Ventrikel und durch den Punkt geführt ist, in dem die drei arteriösen Ostien desselben zusammenstossen. Die Zahlen haben dieselbe Bedeutung wie in der vorigen Figur. Die Semilunarklappen an den arteriösen Ostien sind mit *a*, die Fleischleiste im *Cavum venosum* mit *b* bezeichnet. *c* ist also Corti's rechter Ventrikel, als dessen hintere Wand man das *Septum* mit seinen Muskelbündeln sieht, bei *d* gelangt man in Corti's *Spatium interventriculare; e* ist das Fleischpolster, an welches sich während der Kammersystole der freie Rand der Muskelleiste anlegt, und wovon man die Fortsetzung in der Fig. 9, Taf. IV, sieht, welche das abgeschnittene Stück gleichfalls von innen gesehen darstellt und in welcher die Zeichen dieselbe Bedeutung haben wie in Fig. 8.

Taf. IV, Fig. 10, zeigt das in Fig. 8 abgebildete Stück, parallel mit dem früheren Schnitte und zwar so durchschnitten, dass der neue Schnitt durch beide Vorhöfe den Ventrikel und die Atrio-Ventricularklappen hindurchgeht. Fig. 10 ist also von der Rückseite, Fig. 8 von der Bauchseite des Thieres

[1] Von dieser Klappe sagt Corti (p. 14 unten) „Ejusdem valvulae interna superficies tota fere a corpore quodam carnoso occupatur, forma irregulari cordiformi praedito, cujus basis valvulae basi, apex vero ipsius apici respondet; in superficie autem ventriculi cavum spectante apicem versus duo altera praeterea corpora carnosa inveni pisiformia et voluminis longe minoris. Haec tria corpora carnosa quorum officium in eo est, ut valvularum quibus accreta sunt inversionem impediant, analogiae gratia nodulos Arantii vocabo." An den von mir untersuchten Exemplaren finde ich die obere dem Vorhof zugewendete Fläche der Klappe am *Ostium venosum dextrum* glatt, auf der unteren Fläche aber sehe ich einen Haufen von warzenförmigen Excrescenzen, welche sich während der Vorhofssystole wohl in die Maschenräume der beschriebenen Netze legen. Aehnliche Excrescenzen, nur in geringerer Anzahl und Grösse, finde ich auch an den inneren Lappen der *Valvula ostii venosi sinistri*.

aus gesehen. Die Zahlen haben dieselbe Bedeutung wie in Fig. 8 und 9, nur ist hinzuzufügen, dass mit 8 die rechte Lungenvene bezeichnet ist, welche in den früheren Ansichten nicht gesehen wurde; *b* ist das *Septum atriorum*, *d* die Klappe am *Ostium venosum dextrum* und *s* die Klappe am *Ostium venosum sinistrum*, beide mit ihren Warzen auf der untern Fläche; *g* ist die Scheidewand zwischen dem *Cavum arteriosum* oder dem linken Ventrikel Corti's, und bei *c* ist die Stelle, an welcher sie durchbrochen ist, mit den daselbst befindlichen Sehnennetzen.

Taf. V, Fig. 11, stellt das abgeschnittene Stück von unten gesehen dar; die Zahlen und die Buchstaben von *a* bis *g* haben dieselbe Bedeutung wie in der vorigen Figur; mit *hh* ist das Klappenpaar am *Ostium venosum* des rechten Vorhofes bezeichnet.

Es ist sehr leicht, beim *Psammosaurus* diejenigen Fragen, welche wir bei den Schildkröten und Schlangen zu beantworten bemüht waren, durch die Untersuchung mittelst Vivisection zu erledigen; einerseits wegen der Grösse des Thieres, andererseits desshalb, weil man bei ihm das Herz leichter als bei den übrigen von mir untersuchten Eidechsen frei legen kann, da dies bei der tiefen Lage desselben ohne irgend eine Verletzung des Brustkorbes geschieht: nur muss man die *Arteria mammaria interna* unterbinden, weil diese sonst zu beträchtlichen Blutungen Veranlassung geben würde. Nachdem man das Herz und die grossen Gefässe entblösst hat, sticht man mit einer scharfen Staarnadel möglichst rasch hinter einander die beiden Aorten und die Lungenschlagader an; dann sieht man, wie aus den ersteren hellrothes Blut in einem mehrere Schuh hohen bogenförmigen Strahle spritzt, der zu Anfang continuirlich, wenn auch nicht gleichförmig ist, und erst bei jeder Diastole unterbrochen wird, wenn das Thier bereits eine gewisse Menge Blutes verloren hat. Dagegen spritzt aus der Lungenarterie dunkles Blut in einem viel niedrigeren und von vorne herein bei jeder Kammerdiastole unterbrochenen Strahle. Dies ist hinreichend, um uns zu belehren, dass das arterielle Blut ausschliesslich in die Körperschlagadern übergeht und grosser und kleiner Kreislauf mit wesentlich ungleicher Kraft getrieben werden, also der Kreislauf im Ganzen von derselben Art ist wie bei den bisher betrachteten Amphibien. Ich muss noch besonders erwähnen, dass das Blut in den beiden Aorten ebenso wie bei den Schlangen und Schildkröten von gleicher Farbe ist, wodurch die Ansicht von Corti[1]) widerlegt wird, dass das arterielle Blut grösstentheils in die rechte

[1]) Corti gibt Seite 16 seiner Dissertation folgende, jedoch nicht auf Versuche, sondern nur auf die Betrachtung der anatomischen Verhältnisse gegründete Schilderung vom Kreislaufe des *Psammosaurus griseus*. „Quum structura anatomica docti vel nullam in corde sanguinis arteriosi et venosi perfici mixturam, vel saltem totum fere sanguinem arteriosum arteriae anonymae ostium, totum fere venosum autem ostia aortae sinistrae et arteriae pulmonalis ingredi, concludere possimus, mihi duplicem quoque et distinctam circulationem, sanguinis arteriosi et venosi loquam, per cor admittere liceat.

Ecce iter, quod sanguinem e stricta cordis anatome nuper elaborata necessario facturum esse argumentor.

A. Circulatio sanguinis venosi.

Sanguis venosus, in sinum venosum congestus, per ostium ejusdem atrium dextrum intrat, et ita dirigitur, ut maxima ex parte in sinum atrii dextri recipiatur. Quo facto hujusce atrii systole sequitur, simulque omnium trabecularum carnearum nec non trium musculorum papillarium valvulae sinus venosi contractio. Hi tres parvuli musculi angulum superiorem valvulae tali modo sursum recta adducunt, ut inde ejusdem ostii aequatur occlusio, quae eo praeterea adjuvatur, quod atrii paries, ostio illi subjectus, membranosus quum sit, simul cum hoc sursum quoque educitur, et plicam quandam longitudinalem temporariam efformat, cujus ope ostium idem perfecte occluditur.

Eodem tempore sanguinis unda a contracto sinu auriculae dextrae in orificium atrioventriculare rejecta, hoc per ostium transit, et valvulam ejusdem recta deorsum invertit. Haec contra ventriculi sinistri exitum applicatur, cujus communicationem cum spatio interventriculari ita praepedit, verumtamen dicti ventriculi in cavum inverti non potest, utpote quum ejus noduli Arantii in exitum illius cunei adinstar infigantur. Inde sanguinis unda in spatium interventriculare advecta, ostium arteriae anonymae ingredi nequit, columna aorticae enim e qua deorsum deflectitur, illiusque ostii spatium limitatur, eidem obsistit. Antrorsum igitur a valvula tantum atrii dextri, in exitu ventriculi sinistri fortiter infixa, deorsum vero a systole atrii dextri, nec non columnae aorticae repagulo, impellitur. Sanguis tali modo in ventriculum dextrum et quum quidem contra parietem anteriorem effunditur, quo facto ejusdem ventriculi systole absoluta, in cordis basim impellitur.

Eodem tempore valvula atrioventricularis dextra atrii sui ostium non potest non occludere 1, quia remoto undae sanguinis venosi obstaculo, suapte vi libere recedit, 2, quia atrii, cui praeficitur, diastole subinde sequitur, 3, quia dum synchronica ventriculi sinistri systole, sanguinis arteriosi torrentem in spatium interventriculare impellit, ipsa ergo atrii sui ostium ab eodem retrovertitur illudque oppilat.

Arteriae anonymae ostium cordis cavum posterius intuetur, atque a sanguinis arteriosi torrente, qui magna cum vi e ventriculo sinistro in illud sursum projicitur, penitus occupatur; ut hoc taceam, eundem torrentem, columnae in morem, jam per se praeterea sanguini, qui e ventriculo dextro in spatium interventriculare regressurus esset, obstaculo fore.

Aorta *(Arteria anonyma Corti)*, das venöse dagegen in die Lungenschlagader und die linke Aorta einströme. Denn obgleich es, wie wir später sehen werden, nicht unwahrscheinlich ist, dass das Blut der rechten Aorta etwas sauerstoffreicher ist als das der linken, so ist doch dieser Unterschied so gering, dass er an der Farbe des Blutes nicht wahrgenommen wird.

Demnächst wird es leicht sein, uns die Mechanik des Herzens bei diesen Thieren klar zu machen. Nachdem sich das *Cavum venosum* und *Cavum arteriosum* angefüllt haben, fliesst bei beginnender Herzsystole das venöse Blut zuerst in alle drei Gefäss-Stämme; sobald aber das arterielle Blut dem venösen nachdringt und in die hintere Hälfte des *Cavum venosum*, in *Corti's spatium interventriculare*, gelangt, legt sich die Muskelleiste nach vorn zu gegen den vorderen rechten Theil der hier polsterartig vorgetriebenen Wand des Ventrikels und theilt so denselben vollständig in zwei Hälften. Das in der vorderen enthaltene rein venöse Blut dringt bei weiterem Fortgang der Kammersystole in die Lungenschlagadern, das in der hinteren enthaltene gemischte und durch Zufluss aus dem *Cavum arteriosum* immer heller werdende in die beiden Aorten. Es zeigt sich hier eine kleine Abweichung von dem Kreislaufe der bisher

---

Hisce ergo innixus argumentis, quum aortae sinistrae et arteriae pulmonalis tantum ostia dextro cordis cavo lumen liberum obvertant (Wir haben oben gesehen, dass sämmtliche Gefäss-Stämme aus dem *Cavum venosum* hervorgehen Br.), haec quoque sola ab unda sanguinis venosi, e ventriculo dextro propulsa, maxima saltem ex parte, permeari oportere, concludo.

B. Circulatio sanguinis arteriosi.

Arteriosus venae pulmonalis sanguis ejusdem nominis per ostium, introrsum et deorsum oblique directus, atrium sinistrum ita ingreditur, uti prius parietem internum recto protinus amne percellat.

Quum autem hicce paries sese contrahendi impos sit, sanguinis ideo impulsui cedit, illicoque protrusus, dum tam superiorem quam inferiorem sui partem ad se attrahit, sinum constituit temporarium, quo ejusdem undam recipit; quod quum de superiore fit, ille nimirum parietis parte deorsum tracta, orificium pulmonale coarctatur, simulque ibidem, ubi, ostio aperto sulcus semicircularis exstitit plica quaepiam, temporaria exoritur, quae ostium illud perfecte fere occludit; quum vero de inferiore contingit, ista parietis parte sursum adducta, valvula atrioventricularis (sinistra anterior) sursum pariter evehitur, ejusdemque in cavum ventriculi replicatione praeversa, ostium atrio-ventriculare simul aperiri nequit. Sinus temporarius igitur, tali ratione conflatus, cavum suum atrio sinistro obvertit.

Ostia ambo vero occlusa sunt; hocque tanto magis, quod eorum occlusio muscularibus hujusce parietis interni fibrillis perfecta demum redditur. Sphincter enim ostii pulmonalis et funiculi laterales contrahuntur, atque ostium venae pulmonalis perfecte oppilant; — funiculus medianus vero, orificiis ambobus atrii sibi invicem admotis, impedit, quominus ostium atrioventriculare aperiatur.

Quum ideo unda sanguinis neque in venam pulmonalem regredi, neque etiam in ventriculum protinus transire possit, ex inde liquet, eandem atrii sinistri tantum sinum petere oportere qui, utut validis trabeculis carneis exornatus, contrahitur sanguinique, contra ostium atrioventriculare appulso, impetum est validum impertitur, ut dicti ostii valvulas deorsum invertat, sibique liberum inter illas expediat iter *).

Unde sanguinis, duabus valvulis atrio ventricularibus patefactis, in ventriculi sinistri cavum irruit: quo facto duae illae valvulae, anterior scilicet elasticitatis sona vi nec non subsequentis atrii diastoles impetu, posterior vero, dum a sanguine, qui ventriculi sinistri sinum petit atque distendit, protrusa extollitur, altera alteri applicitae ostium occludunt **).

Eodem tempore hujusque ventriculi systole secuta est. Hic notandum undam sanguinis tali modo directam illum ventriculum ingredi, ut jam ex lege physica inde ad spatii interventricularis basim reflecti debeat. Quum praeterea ejusdem ventriculi cavum directione verticali, formaque conica praeditum sit (ejus ostium atrioventriculare jam occlusum uti dixi), unda sanguinis in spatium interventriculare ejusque contra basim seu fornicem directe projicitur.

Istius regionis nunc perscrutemur orificia. Ostium atrii dextri valvulae suae ope ab unda sanguinis arteriosi magna cum vi contra idem inversae, occluditur. Ostium aortae sinistrae, quoniam cavum cordis dextrum seu anterius intuetur, eidem sanguinis undae recta impervium est. Sanguis venosus denique, systole ventriculi dextri projectus, alienae sanguinis undae, quae eodem temporis vestigio eundem ingressura esset ventriculum, plus minus obstat. Quum ideo spatii interventricularis in basi seu fornice, amplissimum tantum reliquorum ostium, illud arteriae anonymae scilicet, sanguinis arteriosi undae, systole ventriculi sinistri expulsae exacte obsistat, si permagnam praeterea hujusce parietum perpendimus vim, sanguinis torrentem, eodem ventriculo projectum, maxima ex parte saltem in amplum orificium, quod illi proximum obviam fit, in illud arteriae anonymae nempe irruturum esse, facile intellectu erit ***).

*) Multifariam hujusce mechanismi artificium si defuisset, sanguinem fere totum, atrii sub systole, tum propter ostii pulmonalis amplitudinem quam propter valvularum in ipso defectum, per venam pulmonalem regredi oportuerat.

**) Quamobrem apex obtusus valvulae anterioris posterioris margini libero semicirculari ad unguem adhaeret.

***) Ex dictis constat, caput, truncum et extremitates hujusce reptilis, crocodilorum ad similitudinem, sanguinem maxima ex parte arteriosum per arteriam anonymam, organa vero digestionis sanguinem potius venosum per aortam sinistram recipere; quam non immerito Martin Saint Ange nec non postea Mayer arterioso foetus mammalium canali aequipararunt; quo accedit sanguinem ad caput per arteriam carotidem et ad extremitates anteriores per arterias subclavias pergentem, quippe qui ex arteria anonyma proveniat, fere totum esse arteriosum. — Denique bene gnari, naturam omnia certum quemdam ad finem procreasse, miraque praeterea suis in operibus simplicitate excellere, jam exinde concludere poterimus, in corde Psammosauri grisei aut plane nullam sanguinis arteriosi et venosi dari mixturam, aut, si qua detur, saltem non perfectam, talem vero tunc demum, postquam caput et extremitates anteriores sanguine plus minus oxygenato trajectae fuerunt contingere. Etenim profecto operae pretium non erat, hujusce reptilis cordi structuram secus illa mammalium fere artificiosiorem, utrique aortae autem privam seorsim originem, et ulteriorem in profundo denique thoracis cavi anastomosin, largiri. Hisjunque capitali ad calcem adjectum velim, cor Psammosauri grisei de reptilibus corde biventriculari praeditis, ad illa, quae unicum tantum cavum ventriculare offerunt, pedetentim transitum expedire.

besprochenen Amphibien. Bei der Fluss-Schildkröte wurde die Lungenarterie selbst unmittelbar an ihrer Wurzel verschlossen, so dass nach eingetretener Sperrung gar kein Blut mehr, weder arterielles noch venöses in sie hinein gelangte. Bei der Schlange sperrte die Muskelleiste in der Weise, dass nur eine sehr geringe Menge rein venösen Blutes, welche sich in der Rinne nach vorn und links von derselben befand, in die Lungenschlagader einströmte. Beim *Psammosaurus* sehen wir diese Rinne schon zu einer geräumigen Höhle erweitert, die eine gewisse Quantität venösen Blutes aufnimmt, welche noch nach der Sperrung in den Respirationskreislauf eingeht. Dafür scheint hier auch in einer früheren Phase die Kammersystole gesperrt zu werden, als dies bei Schildkröten und Schlangen der Fall ist, was wohl wiederum damit zusammenhängt, dass hier das *Cavum arteriosum* näher als bei jenen Thieren an die arteriösen Ostien herangerückt ist, und das hellrothe Blut desshalb auch früher zu ihnen gelangen und früher eine Trennung des kleinen Kreislaufes vom grossen nöthig machen muss. Durch diese Annäherung des *Cavum arteriosum* namentlich an die rechte Aorta nicht weniger als durch die beträchtliche Ausbildung der Scheidewand der Ventrikel ähnelt das Herz des *Psammosaurus* mehr als das aller übrigen von mir untersuchten Amphibien dem Krokodilherzen, bei welchem die rechte Aorta aus dem durch eine vollkommene Scheidewand vom *Cavum venosum* getrennten *Cavum arteriosum* (dem linken, hinteren oder oberen Ventrikel) entspringt.

Ausser dem *Psammosaurus griseus* habe ich noch ein Exemplar von *Uromastix spinipes* untersucht, welches mir auf demselben Wege lebend zukam. Obgleich hier die Mechanik des Kreislaufes wesentlich dieselbe ist, so finden sich doch einige Verschiedenheiten in Rücksicht auf den Bau des Herzens und der grossen Gefässe. Der Ventrikel ist nach unten zu weniger abgerundet und stellt mehr ein mit der Spitze nach dem Fuss-Ende des Thieres gewendetes Dreieck dar, dessen Spitze, wie bei der *Emys Europaea*, an den Herzbeutel angeheftet ist. Aus diesem Ventrikel gehen, wie bei allen bisher betrachteten Amphibien, drei Gefäss-Stämme hervor, die an ihrer Wurzel mit einander verwachsen sind, nämlich die beiden Aorten und die Lungenschlagader. Die rechte Aorta gibt zuerst einen *Truncus caroticus communis* ab, der sich sofort in zwei Hälften spaltet. Jede dieser Hälften gibt wiederum einen nach aussen und rückwärts verlaufenden Ast ab, der sich mit der Aorta derselben Seite verbindet, so dass jederseits zwei Aortenbogen vorhanden sind. Die absteigende rechte Aorta gibt ferner die beiden Subclavien ab und verbindet sich dann mit der linken Aorta, die bisher gar keine Aeste abgegeben hat, zur *Aorta descendens communis*, aus welcher hier sämmtliche Schlagadern für die Baucheingeweide hervorgehen. Im Innern des Ventrikels befindet sich keine so ausgebildete Scheidewand wie bei *Psammosaurus griseus*, sondern es sind nur ähnliche Fleischbalken und Fleischkeile, wie ich sie bei *Emys Europaea* beschrieben habe, in der gedachten Verlängerung der Vorhofsscheidewand derartig zusammengehäuft, dass sie eine compacte Wand bilden, welche hier die Höhle des Ventrikels so bedeutend verengert, dass während der Vorhofssystole durch die nach abwärts geschlagenen Atrioventrikularklappen *Cavum arteriosum* und *Cavum venosum* wohl vollständig von einander getrennt werden.

Andererseits ist das Herz des *Uromastix* dem des *Psammosaurus* in sofern ähnlich, als die vordere Abtheilung des *Cavum venosum* beträchtlich gross ist, und also, wenn durch die Muskelleiste der Verschluss bereits hergestellt ist, noch eine beträchtliche Menge venösen Blutes in die Lungenschlagader einströmt.

An *Lacerta viridis* habe ich ihrer Kleinheit wegen keine Versuche anstellen können; in anatomischer Hinsicht aber stimmen das Herz und die grossen Gefässe mit denen von *Uromastix spinipes* überein; nur ist hier die Scheidewand zwischen *Cavum venosum* und *arteriosum* noch weniger ausgebildet, indem sie ähnlich wie bei den Schildkröten und Nattern in einzelne Stücke und Blätter aufgelöst ist, was jedoch in physiologischer Hinsicht eine nur untergeordnete Bedeutung hat, indem es nur darauf ankommt, dass arterielles und venöses Blut sich nicht sofort vermischen, nicht darauf, in wie viel verschiedenen Behältern beide Blutarten enthalten sind. Wie *Lacerta viridis* verhielten sich auch, soviel ich an zwei nicht

mehr injicirbaren Weingeist-Exemplaren sehen konnte, *Platydactylus guttatus*, Cuvier und *Bipes Pallasii*, Oppel.

Eine auffallende Abweichung dagegen habe ich in Rücksicht auf das Verhalten der grossen Gefässe an einem noch injicirbaren Weingeist-Exemplare von *Podinema Teguixin* Wagl. beobachtet, welches mir durch die Güte des Herrn Custos Dr. Fitzinger zukam. Hier war nämlich auf beiden Seiten der Verbindungsast zwischen Carotis und Aorta obliterirt, so dass jederseits wie bei *Psammosaurus* nur ein Aortenbogen vorhanden war.

D. Krokodilier.

(Vorgetragen in der Sitzung am 9. Jänner 1851.)

Das Herz und die grossen Gefässe der Krokodilier sind schon von Meckel im Allgemeinen richtig beschrieben worden. Ein wesentlicher Fortschritt in der Anatomie dieser Theile war jedoch Panizza vorbehalten, indem er zwischen der Höhle der rechten und linken Aorta nahe an dem Ursprunge dieser Gefässe eine Communicationsöffnung fand [1]), welche wesentlich ist für das Verständniss des Kreislaufes dieser Thiere, und welche ich im Verlaufe dieser Zeilen als *Foramen Panizzae* bezeichnen werde [2]). Seitdem hat Bischoff noch eine genaue durch Abbildungen erläuterte Beschreibung des Herzens von *Crocodilus lucius* gegeben und in derselben alle Angaben von Panizza bestätigt [3]).

Meine eigenen Beobachtungen, die an einem Exemplare von *Champsa sclerops* angestellt wurden, welches ich durch die Güte des Herrn Fitzinger zu untersuchen Gelegenheit hatte, weichen in keinem Punkte von den Beschreibungen der genannten ausgezeichneten Zergliederer ab, und ich erlaube mir desshalb den Leser rücksichtlich der Einzelheiten der anatomischen Verhältnisse auf jene Beschreibungen zu verweisen und ihm hier nur folgende Hauptpunkte in das Gedächtniss zurückzurufen: Aus dem vom rechten Ventrikel vollständig getrennten kleineren aber dickwandigeren linken Ventrikel entspringt die rechte Aorta, die in sofern ganz mit der rechten Aorta der Schildkröten und des *Psammosaurus griseus* übereinstimmt, als aus ihr alle Schlagadern für Kopf, Hals und Brust hervorgehen, sie den rechten Aortenbogen bildet und dann zur Bauchaorta wird. Aus dem rechten Ventrikel kommen mit völlig getrennten Ursprüngen und jede mit ihren besonderen Semilunarklappen versehen: 1) Der Stamm der linken Aorta, welcher ohne Aeste abzugeben den linken Aortenbogen bildet, mit der Bauchaorta ganz wie bei den Schildkröten durch eine schräge Anastomose verbunden ist und dann zum chylopoetischen Systeme geht. 2) Die *Arteria pulmonalis*. — Das *Foramen Panizzae* liegt, wenn man das Thier in seine natürliche Lage versetzt, zwischen der unteren Semilunarklappe der rechten und der oberen der linken Aorta, so dass während der Kammersystole beide Klappen dasselbe verschliessen, und es nur während der Kammerdiastole wegsam ist, während welcher die Klappen am Eingange sämmtlicher Arterien geschlossen sind und desshalb keinerlei Communication zwischen linker Aorta und Lungenschlagader stattfindet.

In Rücksicht auf den Kreislauf selbst hingegen habe ich einige Bemerkungen hinzuzufügen, da mir weder die Angaben von Panizza, noch die von Bischoff ausschliesslich richtig scheinen und die früheren Beobachter, denen das *Foramen Panizzae* noch unbekannt war, keine auch nur einigermassen richtige Vorstellung von dem Blutumlaufe bei den Krokodiliern haben konnten.

Panizza spricht sich über diesen Gegenstand mit grosser Klarheit folgendermassen aus:

Le due cave, col loro seno comune, versano il sangue nell'orecchietta inferiore o destra, com' è detto comunemente. Questa lo spinge nel ventricolo corrispondente, per la contrazione del quale non potendo ritornare nell'orecchietta atteso l'impedimento delle valvole, varca le due aperture arteriose, una delle quali il mette nell'arteria polmonale, e l'altra nell'aorta sinistra. Dall'arteria polmonale va il sangue

---

[1]) Nach einer Mittheilung von Bischoff, in dessen unten citirten Abhandlung über den Bau des Krokodilherzens, hatte A. F. J. C. Mayer dieses Loch schon früher bemerkt und auch das Vorkommen desselben in sein Notizenbuch eingezeichnet, aber es nicht veröffentlicht.

[2]) Sulla struttura del cuore e sulla circolazione del sangue del Crocodilus lucius. Biblioteca Italiana LXX. 87.

[3]) Ueber den Bau des Krokodilherzens, besonders von *Crocodilus lucius*. Müllers Archiv J. 1836, p. 1.

ai polmoni, e ritorna da questi per mezzo di due vene, nell' orecchietta superiore, detta comunemente sinistra. Questa poi lo spinge nel corrispondente ventricolo, per la cui contrazione il sangue non può che varcare l' apertura arteriosa, la quale dà addito alla grande arteria, o grande aorta, giacchè dall' ampia valvola già descritta ne è impedito il regresso nell' orecchietta. Dentro la grande aorta una parte del sangue passa subito per il foro di comunicazione, nell' aorta sinistra, e così si mischia al sangue venoso della medesima. Poichè la detta grande aorta finisce con dar origine alle due succlavie ed all' aorta destra, così tutti questi vasi vengono provveduti non d' altro sangue che di sangue arterioso. Però l'aorta destra, quando dopo la sua curva si dirige in dietro verso la linea mediana, e scorre parallela all'aorta sinistra, si mette ancora in comunicazione con questa mediante un ramoscello anastomotico. Dalle quali cose risulta trovarsi sangue puramente venoso nell'arteria polmonale; sangue misto nell'aorta sinistra, perchè appena uscita dal cuore riceve sangue arterioso dalla grande arteria mediante il foro di comunicazione con essa e ne riceve ancora quando si trova parallela all'aorta destra; e sangue puramente arterioso nelle succlavie, carotide ed aorta destra.

Bischoff hingegen sagt: „Der Kreislauf des Blutes ist desshalb bei *Crocodilus lucius* folgender: Das Blut gelangt aus dem Körper durch die Venen zuerst in deren Erweiterung, Sinus, und aus demselben in den rechten Vorhof. Wenn derselbe sich contrahirt, verhindern die an der Mündung des Sinus gelegenen Klappen den Rücktritt des Blutes in die Venen und es strömt in die rechte Herzkammer. Wenn sich diese nun zusammenzieht, verschliessen die beiden Klappen am *Ostio venoso* den Eingang zu dem Vorhof und das Blut strömt in die *Aorta sinistra* und die *Arteria pulmonalis*, aus welchen es wegen der Klappen nicht zurück kann. Aus den Lungen kehrt nun das Blut zum linken Vorhof zurück und wird durch denselben in die linke Herzkammer getrieben. Bei der Contraction der letzteren verschliessen wieder die beiden Klappen am *Ostio venoso* den Rücktritt des Blutes in die Vorkammer und dieses strömt nun in die rechte Aorta. In der linken Aorta fliesst also Blut, welches nicht geathmet hat, in der Rechten solches, welches geathmet hat. Beide Blutarten werden nun auf doppelte Weise in diesen Gefässen vermischt; einmal durch jene Communicationsöffnung, und dann durch jenes Verbindungsgefäss am Rücken. Es fragt sich nun aber: tritt venöses Blut aus der linken Aorta zu dem arteriellen in die rechte, oder umgekehrt arterielles aus dem rechten zum venösen in die linke durch jene Communicationsöffnung? Die Sache lässt sich schwierig entscheiden. Panizza glaubt, dass letzteres stattfinde, weil es, wie er sehr richtig bemerkte, durch die Anordnung der Klappen, hinter welchen diese Communicationsöffnung sich befindet, weit leichter gelingt, eine Sonde aus der rechten Aorta in die linke, als umgekehrt aus dieser in jene zu bringen. Allein ich möchte glauben, dass, wenigstens wenn diese Thiere sich im Wasser befinden, also nicht athmen, das umgekehrte stattfindet. Denn wenn alsdann der Kreislauf durch die Lungen unterbrochen ist, so wird aus dem linken Ventrikel kein Blut in die rechte Aorta gelangen, sondern alles Blut durch den rechten Ventrikel in die linke Aorta getrieben werden. Wenn nun jene Communicationsöffnung zwischen den beiden Aorten nicht vorhanden wäre, so würden die rechte Aorta und alle ihre Verzweigungen blutleer bleiben und der ganze obere Theil des Thieres, namentlich der Kopf, kein Blut erhalten. Dieses ist aber wohl sehr unwahrscheinlich, und es lässt sich wohl eher vermuthen, dass in diesem Falle nun ein Theil des Blutes aus der linken Aorta in die rechte durch jene Communicationsöffnung überfliesst und jene oberen Theile des Körpers mit Blut versorgt. Dieser Uebertritt kann aber auch nur während der Diastole des Herzens stattfinden, wenn das in die linke Aorta getriebene Blut zurückzustürzen sucht. In diesem Falle breiten sich nämlich die an der Mündung der Aorta liegenden Klappen aus, und dadurch wird die Communicationsöffnung frei, so dass das Blut in die rechte Aorta fliessen kann. Bei der Systole des Herzens dagegen drückt das ausströmende Blut die Klappen gegen die Oeffnung an, so dass dieselbe von beiden Seiten verschlossen wird. Es scheint mir daher aus Allem, dass diese Communicationsöffnung nur für die Zeit, wenn die Thiere nicht athmen, dient, und ausserdem hier keine Vermischung beider Blutarten geschehen mag. Die oberen Theile des Körpers, der Kopf und die oberen Extremitäten erhalten daher, wenn das Thier in der Luft sich be-

findet, nur arterielles Blut. Die linke Aorta, welche in den Organen des Unterleibes endigt, führt nur venöses, und die rechte *Aorta descendens*, in welche jener Verbindungsast aus der linken Aorta vor der Wirbelsäule einmündet, und die das Blut zum Schwanz und den unteren Extremitäten führt, enthält dagegen gemischtes Blut. Wenigstens entspricht an dieser zweiten Communicationsstelle die Anordnung der Gefässe der Ansicht, dass das venöse Blut aus der linken *Aorta descendens* in die rechte und nicht umgekehrt fliesst."

Obgleich ich nicht einsah, wesshalb das Blut bei einem Amphibium, während dasselbe nicht athmet, nicht durch die Lungen fliessen sollte, so glaubte ich doch einem so ausgezeichneten Naturforscher wie Bischoff nicht widersprechen zu dürfen, ohne directe Versuche über diesen Punkt angestellt zu haben. Da die Athembewegungen ein wesentliches Hülfsmittel für die Fortbewegung des Blutes in den Lungen sind, so ist es nicht zu bezweifeln, dass bei den Amphibien in gleichen Zeiten mehr Blut die Lunge passirt, wenn sie athmen, als wenn sie nicht athmen; ein solches Aufhören des Lungenkreislaufes aber, wie es Bischoff voraussetzt, würde nur durch ein Verschliessen der Lungenschlagader, welche z. B. bei den Schildkröten allerdings im Bereiche der Möglichkeit läge, zu Stande kommen können, da es unvernünftig ist, einen zeitweiligen Verschluss im Bereiche der Lungenvenen anzunehmen, indem durch einen solchen die Lungencapillaren unter den Druck gesetzt würden, der am *Ostium arteriosum* des rechten Ventrikels herrscht. Begreiflicher Weise habe ich keine Gelegenheit an lebendigen Krokodilen zu experimentiren, ich glaubte aber die Frage auch erledigen zu können, wenn ich diesen wenig umgänglichen Thieren ein anderes beschupptes Amphibium substituirte, welches so wie sie, ohne zu athmen, geraume Zeit unter Wasser zubringen kann. Ich entfernte desshalb von einer *Emys Europaea* das Brustschild, so dass ich das Herz sammt den grossen Gefässen in dem durchsichtigen Herzbeutel leicht beobachten konnte. Hierauf legte ich dem Thiere die Luftröhre frei, führte einen kleinen Holzstöpsel hinein und unterband sie um denselben. Dies hatte auf die Circulation keinen merklichen Einfluss, die Lungenschlagader pulsirte nach wie vor. Hierauf legte ich das Thier rücklings unter eine Glasglocke, die unten mittelst Wasser abgesperrt und oben mit einer Tubulatur versehen war, die durch einen Hahn verschlossen werden konnte. Hierauf nun verdrängte ich die atmosphärische Luft, welche in der Glocke enthalten war, durch Wasserstoffgas, aber auch jetzt noch pulsirte die Lungenschlagader wie gewöhnlich fort, und doch fand ich, als ich nach Beendigung des Versuches die vordere Wand des Herzbeutels abtrug, den linken Vorhof und die Körperschlagadern eben so dunkel gefärbt wie den rechten Vorhof und die Lungenarterie. Ich legte nun das Thier wieder unter dieselbe Glasglocke und verdrängte die darin enthaltene Luft durch Kohlensäure, aber auch jetzt noch pulsirte die Lungenarterie, und es füllte sich der linke Vorhof ebensowohl wie der rechte an. Ich glaube, dass diese Versuche für jedermann so beweisend sind, dass ich mit Sicherheit sagen kann, bei einem Amphibium daure der Kreislauf durch die Lungen fort, dasselbe möge athmen oder nicht, denn es ist durchaus kein erdenklicher Grund vorhanden, wesshalb die übrigen Amphibien sich hierin anders verhalten sollten als die Schildkröte. Wenn man aber dieses als richtig zugibt, so muss man zugleich anerkennen, dass die Theorie Bischoff's über den Kreislauf der Krokodile unrichtig sei, da sie auf der Annahme des Gegentheils beruht.

Andererseits bemerkt aber Bischoff mit Recht, dass das *Foramen Panizzae* nur während der Diastole der Kammern, nicht aber während der Systole wegsam sei, weil sich während dieser die Semilunarklappen von beiden Seiten vor dasselbe legen. Jeder, der Gelegenheit hat, das Herz eines Krokodils zu zergliedern, kann sich auf das Vollständigste hiervon überzeugen. Man kann desshalb Panizza's Ausspruche, dass, wenn das Blut in die *Aorta dextra* gelange, sofort *(subito)* ein Theil desselben durch das *Foramen Panizzae* in die *Aorta sinistra* fliesse, nicht ohne weiteres beipflichten, sondern man muss ihn dahin erläutern, dass dies erst geschehen könne, nachdem die Kammersystole ihr Ende erreicht hat und die Semilunarklappen sich schliessen. Es ist nun noch zu erörtern, ob, wie Panizza meint, durch das *Foramen Panizzae* nur Blut aus der rechten Aorta in die linke fliesse, oder auch umgekehrt, wie dieses Bischoff für wahrscheinlich hält, aus der linken in die rechte. Ich muss mich in diesem Punkte der Meinung Panizza's

anschliessen und glaube dieselbe durch folgende Betrachtung stützen zu können. Der linke Ventrikel des Herzens ist kleiner aber viel stärker als der rechte. Hieraus kann man in Rücksicht auf den in der Natur noch nie vermissten Einklang zwischen der Stärke eines Organs und der von ihm geforderten Kraftleistung mit Sicherheit schliessen, dass am Ende der Kammersystole der Druck, welcher in jedem Punkte auf den Wandungen des linken Ventrikels und der aus ihr entspringenden rechten Aortenwurzel lastet, grösser ist als derjenige, unter welchem gleichzeitig die Wände der rechten Herzkammer und der aus ihr entspringenden linken Aortenwurzel stehen. Hieraus folgt wiederum nothwendig, dass im Momente, wo sich die Semilunarklappen schliessen und das *Foramen Panizzae*, welches übrigens eine freie und abgesehen von den Semilunarklappen der Aorten mit keinem weiteren Ventil versehene Oeffnung darstellt, wegsam wird, zunächst Blut aus der *Aorta sinistra* in die *Aorta dextra* fliessen muss. Während der ganzen Zeit der Kammerdiastole nun ist kein Moment gegeben, vermöge dessen der Druck in der linken Aorta über den in der rechten steigen, oder der Druck in der rechten Aorta unter den in der linken sinken sollte, und da nur während dieser Zeit das *Foramen Panizzae* wegsam ist, so leuchtet ein, dass die Annahme, es fliesse irgend jemals durch das *Foramen Panizzae* Blut aus der linken Aorta in die rechte, nicht als gerechtfertigt erscheinen kann.

Es bleibt mir nun noch übrig, einen letzten Punkt zu erörtern, der zwischen Panizza und Bischoff streitig ist, nämlich die Richtung des Blutlaufes in der vor der Wirbelsäule liegenden Anastomose zwischen den beiden Aorten. Nach Panizza fliesst in ihr das Blut aus der rechten Aorta in die linke und die hinteren Extremitäten erhalten mithin rein arterielles Blut wie die vorderen, nach Bischoff fliesst in ihr das Blut aus der linken Aorta in die rechte, und die hinteren Extremitäten erhalten somit gemischtes Blut. In diesem Punkte gebe ich der Ansicht von Bischoff den Vorzug. Ich habe oben gezeigt, dass sich der Blutdruck in der rechten Aorta höher steigere als in der linken; es liegt mir nun ob zu zeigen, dass dennoch ein Uebertreten des Blutes aus der linken Aorta in die rechte möglich sei. Hierzu muss ich folgende Betrachtung vorausschicken. Wenn man sich von einer geraden cylindrischen Röhre, in der Flüssigkeit strömt, unter irgend einem Winkel einen Seitenast abgehend denkt, und die Frage aufgeworfen wird nach der Kraft, mit welcher die Wassertheile in der Zweigröhre in der Richtung derselben fortgetrieben werden, so lässt sich diese dahin beantworten, dass jene Kraft, welche ich W nennen will, dargestellt werde durch eine Summe, deren erstes Glied die Druckhöhe h ist, welche eine an der Abgangsstelle des Zweiges senkrecht in den Stamm eingesetzte Manometerröhre anzeigen würde, und deren zweites Glied eine Function zweier von einander unabhängiger Variabeln ist, nämlich der Stromgeschwindigkeit v in der Stammröhre und des Winkels φ, den die Zweigröhre mit dem Stamme macht, und zwar so, dass wenn man dem Ausdrucke die Form gibt

$$W = h + F_{(v;\, \cos\varphi)}$$

das zweite Glied der Summe mit $\cos\varphi$ wachsen und abnehmen und sein Zeichen verändern würde, wenn man mit φ jedesmal den Winkel bezeichnet, welchen der Zweig mit dem stromabwärts gerichteten Stücke des Stammes bildet. Man denke sich nun die beiden durch eine schräge Anastomose verbundenen neben einander laufenden Röhren AB und CD, in welchen die Flüssigkeit nach der Richtung der Pfeile fliesst, man nenne den Druck in der ersten h_0, in der zweiten h_1; die Geschwindigkeit in der ersten v_0, in der zweiten v_1; so hat man:



$$W_0 = h_0 + F_{(v_0;\, \cos\varphi_0)}$$
$$W_1 = h_1 + F_{(v_1;\, \cos\varphi_1)}$$

Es ist also, da $\cos\varphi_0$ eine positive, hingegen $\cos\varphi_1$ eine negative Grösse, klar, dass durch die Anastomose Flüssigkeit aus AB nach CD überströmen kann, auch wenn h_1 grösser ist als h_0 da die Strömungsrichtung in ihr lediglich davon abhängig ist, ob $W_0 - W_1$ einen positiven oder einen negativen Werth

gibt. Ist $W_0 > W_1$, so strömt die Flüssigkeit von AB nach CD, ist $W_0 < W_1$, so strömt sie aus CD nach AB beides so lange, bis $W_0 = W_1$ ist. Eine solche schräg verlaufende Anastomose nun ist der Ast, den die *Aorta sinistra* bei Krokodilen zur *Aorta dextra* abgibt, ganz ähnlich dem analogen Gefässe bei den Schildkröten, nur verhältnissmässig kürzer, und bildet einen sehr stumpfen Winkel mit dem Stamm der linken Aorta und einen sehr spitzen nach dem Kopfe zu offenen mit der rechten. Es ist also klar, dass es möglich ist, dass durch die Anastomose aus der linken Aorta Blut in die rechte überfliessen kann, auch wenn in dieser der Druck grösser ist, als in jener, und dass dies nothwendig geschehen muss, sobald der Druck in beiden Gefässen gleich wird und das Blut in ihnen noch fliesst. Ferner spricht auch für die Ansicht von Bischoff der Umstand, dass nachweislich bei keinem anderen beschuppten Amphibium die untere Körperhälfte mit rein arteriellem Blute versorgt wird, wie dies beim Krokodile der Fall sein würde, wenn Panizza's Ansicht, die auch mit der Kleinheit des linken Ventrikels wenig verträglich ist, die richtige wäre.

Es würde sich noch darum handeln, zu ermitteln, ob der Querschnitt der *Aorta abdominalis* unterhalb der Anastomose zunimmt; leider war aber das Exemplar, an dem ich untersuchte, nicht mehr in hinreichend gutem Zustande, um die betreffenden Theile injiciren zu können. Soviel sich ohne Injection sehen liess, ward die *Aorta abdominalis* unterhalb der Anastomose nicht dicker, sondern schien eher etwas verjüngt, aber auch an der linken Aorta war unmittelbar unter der Anastomose keine Zunahme des Querschnittes zu beobachten. Dagegen sehe ich an einer wohl injicirten *Emys Europaea*, bei der ganz dieselbe Anastomose vorkommt, dass der Querschnitt der rechten Aorta durch Aufnahme derselben sehr deutlich zunimmt, während die Summe der Querschnitte der Eingeweideschlagadern, welche mit der Anstomose von der linken Aorta entspringen, sichtlich kleiner ist, als der der linken Aorta an der Stelle, wo sie sich in diese Aeste auflöst, so dass hier die Strömung unzweifelhaft von der linken nach der rechten Aorta gerichtet ist. Da auch diese Analogie für die Ansicht von Bischoff spricht, sie aber doch nicht zur vollen Evidenz bringt, so muss man vermuthen, dass sie entweder allgemein richtig ist, oder dass die Strömungsrichtung in jener Anastomose bei den Krokodilen Schwankungen unterliegt.

Diese Schwankungen können abhängig sein:

1. Von den Phasen der Herzcontraction in der Weise, dass gegen das Ende der Systole des Ventrikels das Blut in der Anastomose entweder gar nicht oder von der rechten zur linken Aorta fliesst, gegen das Ende der Diastole aber von der linken zu rechten.

2. Von der Völle oder Leere des *Tubus intestinalis*, indem das Blut, wenn im chylopoetischen Systeme ein grösserer Widerstand zu überwinden ist, mehr Ursache hat in die rechte Aorta hinüberzufliessen.

3. Vom Vorhandensein oder der Abwesenheit der Athembewegungen, in sofern letztere eine langsamere Bewegung des Blutes in den Lungen bedingt, und desshalb, wenn der rechte Ventrikel noch dieselbe Menge Blutes wie bei vorhandenen Athembewegungen entleert, ein grösserer Theil davon in die linke Aorta strömen muss.

2. Nackte Amphibien.

A. Schwanzlose Batrachier.

(Vorgetragen in der Sitzung am 31. Jänner 1851.)

Für die Beschreibung des Herzens und der grossen Gefässe der schwanzlosen Batrachier werde ich den gemeinen Wasserfrosch, *Rana esculenta*, als Paradigma benutzen. *Bufo cinereus* und *Hyla arborea* weichen nur in einigen unwesentlichen Punkten davon ab, welche weiter unten erwähnt werden sollen.

Wenn man das Herz des Frosches in der mehrbeschriebenen Weise präparirt, so überzeugt man sich leicht, dass der Ventrikel keine sogenannte unvollkommene Scheidewand enthält, sondern dass er vielhöhlig ist. Die einzelnen Fächer und Hohlräume gehen einerseits bis dicht unter die Oberfläche und münden

andererseits sämmtlich in einen rundlichen Gang, welcher, im vordern Theil des Ventrikels gelegen, von links nach rechts gegen das arteriöse Ostium hinstreicht. Die Hauptabtheilungen der Fächer werden gebildet durch Fleischbalken, welche von der Wand des Ventrikels gegen die ***Ostia venosa*** und den besagten Gang hinziehen. Diese Structur ist in der Fig. 12 (Taf. V) abgebildet, welche den Durchschnitt eines Herzens von ***Bufo cinereus***, welches durch Talginjection präparirt ist, einmal im Durchmesser vergrössert darstellt. Das ***Ostium venosum sinistrum*** ist mit *a* und das ***Ostium venosum dextrum*** mit *b* bezeichnet. Die Klappen, welche diese Ostien verschliessen, sind theils durch den Schnitt, durch welchen die hintere Herzhälfte entfernt ist, mit abgetragen, theils durch Eintrocknen geschwunden. Bei *c* ist das ***Ostium arteriosum*** und der Pfeil deutet den vorerwähnten Gang an, in welchen die einzelnen Hohlräume ausmünden.

Am ***Ostium arteriosum*** befinden sich drei Semilunarklappen, welche den Rückfluss des Blutes zum Ventrikel verhindern. Der aus diesem hervorgehende kurze gemeinsame Schlagaderstamm ist bekanntlich mit Muskelfasern belegt, und bildet so einen ***Bulbus arteriosus***, der sich regelmässig am Ende jeder Kammersystole zusammenzieht. In demselben befindet sich eine unvollkommene Scheidewand, deren Existenz an sich bekannt ist, die hier aber ihrer physiologischen Wichtigkeit wegen genauer beschrieben werden muss. Dieselbe erstreckt sich durch die ganze Länge des Bulbus und hat einen oberen linken angehefteten und einen untern rechten freien Rand. Die Ebene dieser Scheidewand ist gewunden, so dass der freie Rand die Figur eines römischen S bildet. Die Convexität der vorderen Krümmung dieses Randes ist nach unten und links, die Convexität der hinteren Krümmung nach oben und links gewendet. Das hintere Ende des freien Randes schliesst sich an die untere linke Seite des ***Ostium arteriosum***, und hier ist die Scheidewand mit der ihr zunächst liegenden Semilunarklappe durch ein äusserst zartes Bändchen verbunden. Nach vorn zu breitet sich die Scheidewand in eine häutige Tasche aus, welche als Semilunarklappe vor dem Eingange in die Körperschlagadern liegt. Diese Theile sind in Fig. 13 (Taf. V) nach einem mit Weingeist ausgespritzten Herzen von ***Bufo cinereus*** einmal vergrössert abgebildet. In dem ***Bulbus arteriosus*** ist dem freien Rande des ***Septum bulbi*** gegenüber ein ovales Fenster, und dann aus dem Ventrikel ein keilförmiges Stück ausgeschnitten, so dass die Enden beider Oeffnungen im ***Ostium arteriosum ventriculi*** zusammenfallen. ***aaa*** sind die drei hier befindlichen Semilunarklappen, *b* ist das ***Septum bulbi***, welches hier etwas dünner und niedriger erscheint als in der Wirklichkeit, weil es im Weingeist eingeschrumpft war, und *c* die Semilunarklappe, in welcher dasselbe ausläuft. Dieser Semilunarklappe gegenüber liegt eine andere, welche hier durch den Schnitt entfernt ist, und beide zusammen verhindern den Rückfluss des Blutes aus den Körperschlagadern in dem ***Bulbus arteriosus***.

Aus dem ***Bulbus arteriosus***, welcher nach links durch ein dreieckiges, flaches Band, das ich ***Frenulum bulbi*** nennen will, am Ventrikel befestigt ist, gehen bekanntlich zwei grosse Schlagaderstämme, ein rechter und ein linker, hervor, welche jeder, wie zuerst mein hochverehrter Lehrer Herr Johannes Müller gezeigt hat (Burdach Physiologie Bd. IV, p. 164) durch zwei in ihnen der Länge nach verlaufende Scheidewände in drei Canäle getheilt werden. Der vorderste derselben endigt in der sogenannten ***Glandula carotidis***, aus welcher die Carotis und die Schlagader hervorgeht, die der Zunge und der Musculatur des Unterkiefers bestimmt ist. Ich will ihn desshalb ***Canalis carotico-lingualis*** nennen. Die ***Glandula carotidis*** ist ihrem äussern Ansehen nach allgemein bekannt, über ihren inneren Bau aber herrschen bis jetzt noch ziemlich verschiedene Meinungen. Am besten scheint mir denselben Johannes Müller erkannt zu haben, welcher (l. c.) sagt: „An der Carotis ziehen sich nach Huschke die Kiemenfäserchen auf einen Punkt zusammen, und indem das Kiemenhaargefäss-System bleibt, entsteht die Carotidendrüse der Frösche, so dass sich die Carotis in das Haargefäss-System der Drüse auflöst und wieder daraus sammelt. Ich habe mich indessen überzeugt, dass die Höhlung der Carotis sich im Innern des Knötchens durch ein schwammiges Gewebe, welches die Wände der Drüse bilden, fortsetzt, wie man unter dem Mikroskop bei Zergliederung der Drüse sehr wohl sehen kann, obgleich die Oberfläche der Drüse im fein injicirten Zustande auch das von Huschke beschriebene Ansehen zeigt."

Wenn man eine injicirte Carotidendrüse so durchschneidet, dass der Schnitt sowohl durch den Ursprung der Carotis, als durch den der *Arteria lingualis* hindurchgeht, so scheint es auf den ersten Anblick, als ob der *Canalis carotico-lingualis* in ihr mit einem blinden, etwas angeschwollenen Fortsatze endige. In der That ist auch hier die Gefässhöhle als ein einfacher Canal unterbrochen, man überzeugt sich aber leicht, dass aus diesem scheinbar blinden Ende zahlreiche Oeffnungen in ein cavernöses Gewebe führen, aus dem einerseits die Carotis, andererseits die *Arteria lingualis* hervorgeht. Man übersieht dieses Verhältniss am besten an Carotidendrüsen, welche man mit ungefärbtem Talge ausgespritzt und dann getrocknet hat. Die Carotis entwickelt sich aus mehreren Gängen der äusseren, der Achsel zu gelegenen Hemisphäre des cavernösen Gewebes. Aus der inneren der Mittellinie des Thieres zugewendeten Hemisphäre entwickelt sich die Zungenschlagader mit zwei Hauptgängen, einen oberen und einen unteren, so dass sie mit diesem gabeligen Ursprunge auf dem Halse der Carotidendrüse reitet.

Den mittleren der vorhesagten Canäle will ich *Canalis aorticus* nennen, weil er beiderseits in den Aortenbogen ausläuft. Auch hier setzt sich wieder die rechte Aorta in die *Aorta abdominalis* fort, während die linke mit ihr nur durch eine kleine Oeffnung communicirt und dann zur Schlagader des chylopoetischen Systems wird[1]). In der Höhe der *Glandula carotidis* und an der Stelle, an welcher der *Canalis aorticus* in den *Arcus aortae* übergeht, befindet sich in demselben eine bisher unbekannte Klappe höchst eigenthümlicher Art. Diese Klappe hat die Gestalt einer Ellipse, aus der ein an dem einen Ende ihrer langen Axe osculirender Kreis ausgeschnitten ist, und ist in der Weise schief an die vordere, obere und hintere Wand angeheftet, dass ihr freier Rand gegen das Herz binsieht, und sie sich also, sobald der Blutstrom gegen sie andrängt, aufrichtet und das Lumen des Gefässes theilweise versperrt. So paradox das Vorkommen dieser Klappe auf den ersten Anblick erscheint, so werden wir doch in der Folge sehen, dass sie ihre wichtige und leicht erklärliche Bedeutung für die Mechanik des Kreislaufes hat, indem sie ebenso wie die *Glandula carotidis* dem in die Körperschlagadern eindringenden Blute gleich anfangs einen bedeutenden Widerstand entgegensetzt. An der Stelle, wo sich diese Klappe befindet, gibt die Aorta auch einen kleinen Ast, die *Arteria laryngea*, ab. Dieselbe entspringt aus dem Winkel, den die Arterienwand mit der Klappe macht und zwar stromaufwärts von dieser, so dass sie merkwürdiger Weise mehr als irgend eine andere Schlagader des Körpers dem Stosse der Blutwelle ausgesetzt ist. Der Weg in den *Canalis carotico-lingualis* und den *Canalis aorticus* führt an der rechten Seite der Scheidewand des Bulbus vorbei, wesshalb, wenn man eine kleine Canüle in den letzteren so einbindet, dass sie auf der rechten Seite des Septums liegt, die Masse, welche man durch sie einspritzt, in sämmtliche Körperschlagadern, aber nicht in die später zu beschreibenden Respirationsschlagadern eindringt. Unmittelbar nach vorn von den zwei Semilunarklappen ist nämlich ein Raum, der den beiden Paaren der oben beschriebenen Canäle gemeinschaftlich ist; dann tritt zuerst eine Scheidewand auf, welche die Eingänge in die beiden *Canales aortici* von einander trennt; diese theilt sich nach vorn zu in zwei Blätter, zwischen welchen sich der gemeinsame Eingang in die beiden *Canales caratico-linguales* befindet, von wo aus dieselben, gabelförmig getheilt, mit dem rechten und linken *Canalis aorticus* verlaufen. Der Eingang in den dritten der Arteriencanäle, welchen ich *Canalis pulmonalis* nennen will, liegt nach links und hinten vom *Septum bulbi* und ist mit einem eigenen Paare von Semilunarklappen versehen, welches den Rückfluss des Blutes aus den Respirationsschlagadern in den Bulbus verhindert, so dass sich also am oberen Ende des Bulbus im Ganzen nicht drei, sondern vier Semilunarklappen befinden. Der *Canalis pulmonalis* verläuft mit den beiden anderen Arteriencanälen bis zur Höhe der *Glandula carotidis* und der Klappe im *Arcus aortae*, dann trennt er sich von denselben und theilt sich in zwei Aeste, wovon der eine die Lungenschlagader ist und der andere, dessen zuerst Joh. Müller (l. c.) erwähnt, und den auch Burow in seiner Dissertation *de vasis ranarum sanguiferis Regiomontii Borussorum 1834*, 4° aufführt und in der Abbildung als *Arteria cutanea* bezeichnet,

---

[1]) Hyrtl, in den medicinischen Jahrbüchern des österreichischen Staates. Bd. XV, 1838, S. 380.

sich wiederum in zwei Hauptäste spaltet, mit welchen er die ganze Haut des Rumpfes, und zwar ausschliesslich versorgt. Es ist längst bekannt, dass Frösche mit unterbundenen Lungen noch geraume Zeit fortleben, indem sie durch die Hautrespiration allein ihren Stoffwechsel unterhalten. Ein noch schlagenderes Zeugniss für die Energie der Hautrespiration bei diesen Thieren haben in neuerer Zeit die Versuche von V. Regnault und Reiset geliefert, und es ist desshalb von Interesse zu sehen, dass bei ihnen die grösste Hautarterie, die gemeinsame Schlagader für die Haut des ganzen Rumpfes, ein Ast der Lungenarterie ist, was bei den beschuppten Amphibien so wenig wie bei den höheren Wirbelthieren irgendwo vorkommt. Es ist hier gleichsam Oekonomie mit dem arteriellen Blute getrieben, indem der Haut, in der sich das Blut ohnehin mit Sauerstoff schwängert, dasselbe nicht schon in oxydirtem Zustande zugeführt wird. Mehr noch würde mit der Hautrespiration geholfen sein, wenn auch die Hautvenen in die Lungenvenen und nicht in die Körpervenen einmündeten, da dann das Blut, welches in der Haut geathmet hat, nach denselben Principien im Körper vertheilt werden würde, als das, was in den Lungen geathmet hat.

Die beschriebenen Theile sind auf Taf. VI, Fig. 14 und 15, nach Präparaten dargestellt, die von *Rana esculenta* entnommen waren. Der *Canalis carotico-lingualis* ist mit 1, der *Canalis aorticus* mit 2 und der *Canalis pulmonalis* mit 3 bezeichnet. *a* ist die *Glandula carotidis*, *c* die *Arteria carotis* und *l* die *Arteria lingualis*; *n* ist die Aorta, *v* die Klappe im Aortenbogen, *r* die Respirationsschlagader der Haut, *p* die Lungenschlagader und *s* das *Frenulum bulbi*.

Bei *Bufo cinereus* sind diese Theile im Wesentlichen ebenso, wie ich sie von *Rana esculenta* beschrieben habe, nur geht die Theilung der grossen Arterienstämme weiter stromaufwärts, so dass der *Canalis carotico-lingualis*, der *Canalis aorticus* und der *Canalis pulmonalis* im untern Theile ihres Verlaufes schon völlig getrennte Gefässe bilden. Auch ist die Klappe im Aortenbogen niedriger, so dass sie mehr eine Leiste bildet, welche erst, wenn sich das Gefäss anfüllt, tiefer in das Lumen desselben einschneidet.

Auch bei *Hyla arborea* habe ich keine wesentlicheren Abweichungen gefunden, und gehe desshalb zu den Erscheinungen über, welche sich am lebenden Thiere beobachten lassen.

Schon H. F. J. C. Mayer beobachtete (Analekten für vergleichende Anatomie, Bonn 1835, 4°.), dass sich das Herz des Frosches während der Kammerdiastole auf der rechten Seite dunkel-, auf der linken hellroth färbt, und dass, wenn man die Herzspitze wegschneidet, zwei Blutströme, ein dunkelrother und ein hellrother, hervorschiessen. Es muss sich uns hier also zunächst die Frage aufdrängen, ob dennoch wegen des zuerst einfachen Arterienstammes hier eine vollkommene Mischung beider Blutarten Statt findet, oder ob das arterielle Blut ganz oder grösstentheils den Körperschlagadern vorbehalten bleibt. Weiter werden wir uns fragen, ob auch hier der grosse und der kleine Kreislauf durch ungleiche Arbeitskräfte getrieben werden, und durch welchen Mechanismus dies ermöglicht werden kann. Alle diese Punkte lassen sich nach einander aus der Erfahrung in folgender Weise beantworten:

I. Das Blut, welches in die Respirationsschlagadern strömt, ist dunkel, das der Körperschlagadern ist heller, aber doch bei weitem nicht so hell als das des linken Vorhofes.

Um dies zu zeigen, binde ich einen grossen Frosch oder eins der grossen Weibchen von *Bufo cinereus*, rücklings mit seinen vier Extremitäten auf ein Brett; dann spalte ich auf beiden Seiten die Decken des Abdomens in ihrer ganzen Länge, so dass das Thier die Lungen frei hervorstecken kann. Hierdurch wird erstens der beim weiteren Experimentiren lästige Druck auf die Eingeweide vermindert und zweitens hat man den Vortheil, dass man die Lungen unmittelbar beobachten und so beurtheilen kann, ob das Thier mit Kraft und Erfolg athmet oder nicht. Hierauf entferne ich die Kehl- und Brusthaut und trage das Brustbein und die daran gehefteten Muskeln, endlich die vordere Wand des Herzbeutels so weit ab, dass die beiden *Trunci arteriosi* frei liegen, und das obere Ende der Vorhöfe bei der Diastole derselben sichtbar wird. So lange nun das Thier athmet, bemerkt man, dass der *Canalis pulmonalis* dunkel gefärbt

ist, der *Canalis aorticus* aber und der *Canalis carotico-lingualis* heller, wenn auch bei weitem nicht so hell wie der linke Vorhof. Werden die Athembewegungen unterbrochen und fallen dabei die Lungen zusammen, so werden die beiden letztgenannten Canäle auch dunkel, macht das Thier aber wieder ein paar kräftige Athemzüge, so werden sie wieder heller. Auf die Farbe des *Canalis pulmonalis* hat das Eintreten oder Aussetzen der Athembewegungen keinen merklichen Einfluss. Bei aufmerksamer Beobachtung gewahrt man ferner, dass der *Canalis aorticus* seine Farbe mit den Phasen der Herzcontraction ändert, indem er beim Beginne der Kammersystole dunkler, gegen das Ende derselben wieder heller wird, während der *Canalis pulmonalis* seine Farbe beibehält. An dem *Canalis carotico-lingualis* habe ich diesen Farbenwechsel auch nicht mit Sicherheit beobachten können, sein Blut schien mir vielmehr dauernd so hell zu sein, wie das des *Canalis aorticus* in der zweiten Hälfte der Kammersystole wird. Jedenfalls waren die Schwankungen der Farbe geringer im *Canalis carotico-lingualis* als im *Canalis aorticus*. Legt man das ganze Herz bloss, so wird auch der *Canalis pulmonalis* etwas heller, indem das Blut sich bei dem Durchgange durch das Herz theilweise oxydirt.

II. Die Arbeitskräfte, welche das Blut in die Körperschlagadern und die, welche es in die Respirationsschlagadern treiben, sind nicht identisch.

Wenn man das Thier wie vorher präparirt hat, und dann in die Wand des *Canalis pulmonalis* eine kleine Oeffnung macht, so schiesst das dunkle Blut in der Regel nicht im Strahle hervor, sondern es wird in kurzen abgebrochenen Stössen und sichtlich unter verhältnissmässig geringem Druck gleichsam hervorgeworfen, und wenn es ja, was nur bei sehr kleiner Oeffnung geschieht, zuerst im Strahle erscheint, so ist dieser niedrig, kurz abgebrochen und fällt zusammen merklich früher als die Kammersystole geendigt hat. Bringt man dagegen die Oeffnung im *Canalis aorticus* an, so schiesst ein hoher bogenförmiger, schön rother Strahl hervor, der erst mit vollständig beendigter Kammersystole zusammensinkt, und dessen Kraft sich mit dem Beginne jeder neuen wieder verstärkt, bis das Thier so viel Blut verloren hat, dass keine hinreichende Spannung der Arterien mehr vorhanden ist. Hieraus geht hervor, erstens: dass das Blut in der Lungenarterie unter einem geringeren Drucke strömt, als in den Körperschlagadern, und zweitens, dass nicht während der ganzen Dauer der Kammersystole, sondern wie bei den Schildkröten, Schlangen und Eidechsen, nur während des ersten Theiles derselben Blut in den *Canalis pulmonalis* einströmt.

III. Nur zu Anfang der Kammersystole strömt dunkelrothes Blut in die Körperarterien, gegen das Ende derselben hellrothes.

Wenn man den *Bulbus arteriosus* von der rechten Seite betrachtet, so sieht man durch die Wand desselben die Farbe desjenigen Blutes hindurchwirken, welches in den *Canalis carotico-lingualis* und in den *Canalis aorticus*, also in die Körperarterien einströmt, während das für die Respirations-Arterien bestimmte auf der linken Seite der Scheidewand hinfliesst. Man nimmt nun bei aufmerksamer Beobachtung leicht wahr, dass der mit dem Beginne der Kammersystole anschwellende Bulbus sich zuerst dunkel färbt, dann im Verlaufe der Systole hochroth wird und hierauf erst, indem sich am Ende der Kammersystole die Wand des Bulbus zusammenzieht, die Farbe erblasst. Die anfängliche dunkle Färbung überfliegt gleichsam den Bulbus und macht den Eindruck als ob an seiner Wand ein dunkler Körper vorüberbewegt würde. Dieser dunkle Körper ist nichts anders als das im Anfange der Kammersystole entleerte dunkle Blut. Ganz anders ist der Eindruck, wenn man den Bulbus von der linken Seite betrachtet. Um dies zu können, trägt man das *Frenulum Bulbi* vorsichtig ab; man sieht dann, nachdem die hierdurch hervorgerufene kleine Blutung gestillt ist, dass sich diese Seite des Bulbus niemals hochroth färbt; sie wird nur zu Anfang der Kammersystole dunkel, gegen das Ende derselben begrenzt sich die dunkle Färbung auf einen engeren Raum und verschwindet endlich durch die kräftige Contraction des Bulbus fast vollständig.

Es ist aus dem bisher Gesagten klar, dass das zuerst ausströmende in der rechten Herzhälfte befindliche venöse Blut sowohl in die Respirations- als in die Körperschlagadern einströmt, dass aber während

des Verlaufes der Kammersystole der Eingang in die Respirationsschlagadern gesperrt wird, so dass das in der linken Herzhälfte befindliche, zuletzt ausströmende arterielle Blut ausschliesslich in die Körperschlagadern eingeht, und dass desshalb das Blut in den Respirationsschlagadern nur durch die von der ersten Hälfte der Kammersystole aufgebrachte Kraft getrieben wird, während das Blut in den Körperschlagadern durch die Kraft getrieben wird, welche die ganze Kammersystole aufbringt. Der Mechanismus, welcher bei den schwanzlosen Batrachiern diese Art des Kreislaufes ermöglicht, wird aus Folgendem ersichtlich sein. Der Leser erinnert sich, dass das *Septum Bulbi* nach oben zu sich in der Weise ausbreitete, dass es eine der beiden Semilunarklappen bildete, vermöge welcher der Rückfluss des Blutes aus den Körperschlagadern verhindert ward. Wenn desshalb diese Klappen geschlossen sind, so ist dem *Septum Bulbi* immer eine bestimmte Lage angewiesen: sein oberer Theil liegt ziemlich in der Mittelebene des Bulbus. Beobachtet man ferner die Thätigkeit des Herzens noch ehe der Herzbeutel eröffnet ist, so sieht man, dass der obere Rand des Ventrikels bei jeder Kammersystole nach rückwärts bewegt wird und während der Systole wieder vorrückt. Er und mit ihm das mit dem Ventrikel verbundene hintere Ende des Bulbus liegt am weitesten nach vorn unmittelbar vor dem Beginne der Kammersystole. Da also zu dieser Zeit der Bulbus am kürzesten ist, so hat der freie Rand des *Septum Bulbi* das Maximum seiner *S*-förmigen Krümmung, und da der obere Theil desselben in der Mittelebene des Bulbus liegt, so ist der untere nach rechts gewendet, so dass der Blutstrom im Beginne der Kammersystole auf die Schärfe eben jenes freien Randes trifft und sich in zwei Arme spaltet, von denen der eine an der rechten Seite des Septums in die Körperschlagadern, der andere an der linken Seite desselben in die Respirationsschlagadern fliesst. Beide Ströme aber können nicht gleichmässig fortrücken, indem ihnen ein ungleicher Widerstand entgegengesetzt wird. Erstens ist der Gesammtwiderstand des respiratorischen Kreislaufes geringer als der des Körperkreislaufes, und zweitens ist, namentlich beim *Genus Rana*, der *Canalis pulmonalis* verhältnissmässig weit und geeignet, sofort eine beträchtliche Quantität Blut aufzunehmen[1]); in dem *Canalis aorticus* dagegen setzt sich dem vordringenden Blute die Klappe des Aortenbogens entgegen und in dem *Canalis carotico-lingualis* hat es den beträchtlichen Widerstand der *Glandula carotidis* zu überwinden. Desshalb dringt das zuerst ausfliessende Blut vorzugsweise in die Respirations-Schlagadern ein und füllt dieselben an; bald aber ändern sich die Umstände, welche dies veranlassen. Schon unmittelbar nach dem Beginne der Kammersystole öffnen sich sämmtliche Semilunarklappen und hiermit geht der Halt verloren, durch welchen das Septum des Bulbus in der Mitte desselben fixirt war, zugleich rückt sein hinteres Ende mit dem vorderen Rande des Herzventrikels nach rückwärts, er verlängert sich und verändert zugleich seine Lage; da das hintere Ende der Scheidewand des Bulbus an dessen linker Seite befestigt ist, so kommt sie hierdurch bald in eine solche Stellung, dass der Blutstrom nicht mehr ihre Schärfe, sondern ihre rechte Fläche trifft, wodurch er gegen die Körperschlagadern hin abgelenkt wird und zugleich das Septum immer mehr nach links drängt, bis es am Ende den Eingang in den *Canalis pulmonalis* vollständig versperrt, so dass das zuletzt ausgeleerte arterielle Blut ausschliesslich in die Körperschlagadern gelangt.

Wir haben vorhin gesehen, dass das Blut im *Canalis carotico-lingualis* im Allgemeinen heller zu sein schien als im *Canalis aorticus*. Den Grund hiervon suche ich in dem ungleichen Widerstande, welchen das Blut in beiden Canälen findet. Schon die anatomische Untersuchung der Carotiden-Drüse führt zu dem Schlusse, dass sie vermöge ihres cavernösen Gewebes einen viel grösseren Widerstand darbieten müsse, als die Klappe im Aortenbogen, und dies bestätigt auch die Erfahrung bei Injectionen vollkommen. Da also das Blut immer da zuletzt vordringen wird, wo es den grössten Widerstand findet, so leuchtet es ein,

[1]) Dieser im Verhältniss zu den daraus hervorgehenden Arterien weite *Canalis pulmonalis* ist, eben so wie die erweiterte Wurzel der Lungenschlagadern bei den Schildkröten eine Bildung, welche in functioneller Hinsicht dem elastischen *Bulbus arteriosus* der gemeinen Knochenfische zu vergleichen ist. (Siehe unten über den *Bulbus arteriosus* der Fische.)

dass auch die *Art. carotis* und *Art. lingualis* sich später anfüllen als die übrigen Schlagadern. und dass sie eben desshalb sauerstoffreicheres Blut führen, da aus dem Ventrikel zuerst rein venöses Blut ausgeleert wird, dann venöses gemischt mit arteriellem und zuletzt arterielles, das wenig oder gar nicht mit venösem gemischt ist.

B. Salamander.

Wir haben in dem Vorigen gesehen, dass den schwanzlosen Batrachiern ein im Wesentlichen nicht weniger vollkommenes Circulationssystem als das der beschuppten Amphibien zukommt. Hier war noch der kleine Kreislauf von dem grossen mittelst einer eigenthümlichen Vorrichtung getrennt, vermöge welcher er einen Theil des Blutes des rechten Vorhofes aber nichts von dem des linken aufnahm, und vermöge welcher das Blut in ihm mit geringerer Kraft fortgetrieben wurde als in dem grossen Kreislaufe. Zugleich sahen wir von der Lungenschlagader keine andere Arterie abgehen als eine Schlagader, welche sich in der Haut des Rumpfes verzweigt, die bei diesen Thieren zur Unterhaltung der Respiration so kräftig mitwirkt, indem das in sie hineingelangende venöse Blut sofort oxydirt wird. Wesentlich anders gestalten sich die Verhältnisse schon bei den Molchen, von welchen ich hier nur den gefleckten Erdsalamander (*Salamandra maculata*) besprechen will.

Aus dem Herzen dieses Thieres geht ein *Bulbus arteriosus* (Taf. VI, Fig. 16 *a*[1]) hervor, welcher schlanker als der des Frosches zwischen den beiden Vorhöfen liegt und sich nach vorn von denselben in vier verschiedene Arterienpaare theilt, deren Entwickelung aus den Stämmen der Kiemenschlagadern Rusconi an der Larve des Wassersalamanders nachgewiesen hat. *(Descrizione anatomica degli organi della circolazione delle larve della Salamandre aquatiche. Pavia 1817.)* Das erste (Fig. 16 [1]) derselben entspricht ganz den *Canalis carotico-lingualis* der Frösche und bildet ebenso wie diese jederseits eine Carotidendrüse (Fig. 16 *b*). Das zweite und das dritte (Fig. 16, [2 u. 3]) vereinigen sich, nachdem sie an der Carotidendrüse vorbeigegangen sind, zu den Aortenbogen (Fig. 16 *c*), welche aber hier gleichmässig zur Bildung der *Aorta descendens* beitragen, von der sämmtliche Eingeweideschlagadern ausgehen. Das vierte Paar (Fig. 16, [4]) endlich sind die Lungenarterien. Da häufig auf einer Seite, wie es Hyrtl (Medicinische Jahrbücher des österreichischen Staates Bd. XV, J. 1838, S. 380) bei *Salamandra atra* als Regel fand, bisweilen sogar auf beiden, nur eine Aortenwurzel vorhanden ist, so lässt sich dieser Typus der Arterienvertheilung noch leicht auf den des Frosches zurückführen. Es zeigen sich aber mehrere Verschiedenheiten, welche in physiologischer Hinsicht wesentlich ins Gewicht fallen. Die Salamander sind in absteigender Reihe die ersten unter den Amphibien, bei welchen die *Ductus Botalli* (Fig. 16 *d*) nicht obliteriren, sondern eine bleibende Verbindung zwischen Lungen- und Körperschlagadern darstellen. Aus dem *Ductus Botalli* geht jederseits eine sich sofort zerästelnde Schlagader hervor (Fig. 16 *e*), welche sich zur Haut und insonderheit zur Ohrdrüse des Thieres begibt, während eine andere kleine Schlagader (Fig. 16 *f*), welche mit dieser verläuft, aus dem Aortenbogen stammt. Ferner gibt die Lungenschlagader hier entschiedene Körperarterien ab, nämlich zwei Schlagadern für den Herzbeutel (Fig. 16 *g* und *h*), wovon die obere auch einige Muskeläste abgibt, und eine oder mehrere Schlagadern für den Oesophagus (Fig. 16 *i*), so dass hier anscheinend, wie beim menschlichen Fötus, der Respirationskreislauf nur eine Zweigbahn des Körperkreislaufes ist, wie denn auch, wenn man von der *Aorta abdominalis* aus nach aufwärts injicirt, Körper- und Lungenarterien gleichzeitig gefüllt werden. Hiernach würde der Kreislauf dieser Thiere von der Art sein, wie man ihn mit Cuvier gewöhnlich den Amphibien im Allgemeinen (abgesehen von den Krokodilen) zuschreibt. Es würde aus dem rechten Vorhofe dunkelrothes, aus dem linken hellrothes Blut in den Ventrikel gelangen, und von hier aus würden beide Blutarten ohne Unterschied sowohl in die Körperarterie als in die Lungenarterie gehen. Es ist aber auch hier noch ein Anzeichen vorhanden, dass doch vielleicht das Blut nicht in allen Theilen des Gefäss-Systemes von ganz gleichem Sauerstoffgehalte sein mag. Wir sehen auch

---

[1]) Die Vergrösserung ist 3:1.

hier noch ein ***Glandula carotidis***, deren Vorkommen aus Gründen, die oben bei den Fröschen entwickelt sind, dafür spricht, dass das Blut, welches in den Gefässen des Kopfes strömt, in einer späteren Phase der Herzcontraction ausgetrieben wird und desshalb sauerstoffreicher ist als das der übrigen Gefässe. Wenn es sich ergeben sollte, dass das Blut in den Körperschlagadern unter einem stärkeren Drucke fliesst als in den Lungenschlagadern, so würde hieraus auch folgen, dass das zuerst ausgetriebene Blut, also das am meisten venöse, vorzugsweise in die Lungenschlagadern strömte; leider lässt sich aber bei der Kleinheit der Thiere weder über die Farbe des Blutes, noch über den Druck, unter dem es strömt, irgend etwas Sicheres ermitteln. Es verdient jedoch bemerkt zu werden, dass das Offenbleiben der botallischen Gänge nicht beweist, dass der Druck im Aortensystem und in den Lungenschlagadern immer gleich sein müsse. Von den Winkeln, welche die ***Ductus Botalli*** mit den Aortenwurzeln machen, ist der stromabwärts offene fast gleich zwei rechten, der stromaufwärts offene fast gleich 0 [1]), so dass es wohl möglich ist, dass wenn das Blut länger oder stärker in das Aortensystem als in die Lungenschlagadern einströmt, die dünn und membranartig in das Gefässlumen vorspringende Kante des sehr kleinen stromaufwärts offenen Grenzwinkels zwischen dem botallischen Gange und der Aortenwurzel, den ersteren nach Art einer Klappe verschlösse und so das Zurückströmen des Blutes aus dem Aortensysteme in die Lungenschlagadern verhinderte. Es kommt desshalb darauf an, zu wissen, ob sich im ***Bulbus arteriosus*** noch dieselbe unvollkommene Scheidewand wie bei den schwanzlosen Batrachiern befindet. Ich sehe hier allerdings eine Leiste, welche schräg vom Arterien-Ende des Bulbus und von rechts nach dem Herz-Ende desselben und nach links verläuft, aber dieselbe ist, wie mir scheint, nicht hinreichend vorspringend und beweglich, um die Lungenschlagadern zeitweilig verschliessen zu können.

Da alle Theile, auf deren Bau es wesentlich ankommt, bei den Salamandern so klein und undeutlich sind, musste ich mir bald sagen, dass ich hier an der Grenze der Untersuchung angekommen sei. Eben so wenig gaben mir die Untersuchungen, welche ich an Tritonen anstellte ein Resultat, und ich schliesse desshalb diese Untersuchungen, indem ich noch einmal auf die erhaltenen Resultate zurückblicke.

Es hat sich im Verlaufe der Untersuchung herausgestellt, dass bei allen beschuppten Amphibien und unter den nackten wenigstens bei den schwanzlosen Batrachiern der kleine Kreislauf mit einem geringeren Aufwande von Arbeitskraft im Gange erhalten wird als der grosse. Dies geschieht bei den Krokodilen dadurch, dass der schwächere rechte Ventrikel auf den grossen und kleinen Kreislauf zugleich, der stärkere linke aber auf den grossen Kreislauf allein wirkt. Bei den übrigen der genannten Amphibien sind die Triebkräfte beider Kreisläufe desshalb ungleich, weil die Kammersystole auf den grossen Kreislauf während ihrer ganzen Dauer, auf den kleinen nur während eines Theiles derselben einwirkt.

Von dem venösen Blute des rechten Vorhofes gelangt immer nur ein Theil in den Respirations-Kreislauf, das übrige geht mit der ganzen Menge des hellrothen Blutes, welche aus dem linken Vorhofe kommt, in den Körperkreislauf zurück. Es folgt hieraus, dass das Blut des kleinen Kreislaufes im Allgemeinen venös, das des grossen im Allgemeinen gemischt ist und über die Vertheilung des geathmeten Sauerstoffes in den verschiedenen Organen, lässt sich noch Folgendes bemerken:

Bei den Krokodilen fliesst in Kopf, Hals, Brust und Vorderbeinen rein arterielles Blut, im übrigen Rumpfe aber, in den Harn- und Geschlechtswerkzeugen, den Hinterbeinen und dem Schwanze, ist es wahrscheinlich mit venösem gemischt. Aus einem grösseren Antheile venösen und einem geringeren Antheile arteriellen Blutes besteht das, welches in den Schlagadern der Verdauungswerkzeuge fliesst, so dass im Körper des Krokodiles mit Einschluss des ganz venösen Blutes, vier verschiedene Blutarten fliessen.

Eben so findet auch bei den schwanzlosen Batrachiern eine ungleiche Mischung in dem Blute der verschiedenen Körpertheile Statt, indem das des Kopfes arterieller ist als das des übrigen Körpers und

[1]) Vergleiche hiezu das oben Seite 19 bei Gelegenheit des Kreislaufes der Krokodile Gesagte.

indem zur Haut des Rumpfes ganz venöses Blut fliesst, welches erst, sobald es unter die feuchte Oberfläche gelangt, mit Sauerstoff geschwängert wird.

Es fragt sich nun, ob bei den Schildkröten, den Eidechsen und den Schlangen auch ein solcher Unterschied zwischen dem Blute der verschiedenen Körpertheile Statt findet. Es sind hier vor Allem die Worte von A. F. I. C. Mayer zu erwähnen, welcher zuerst eine Ansicht vom Kreislaufe dieser Thiere ausgebildet hat, nach welcher in der Lungenarterie rein venöses, in der rechten Aorta rein arterielles und in der linken Aorta gemischtes Blut fliesst. Nachdem derselbe in seinen Analekten für vergleichende Anatomie, Bonn 1835, vom Kreislaufe des Krokodils[1]) gehandelt hat, fährt er Seite 46 fort:

„Nicht so klar durch anatomische Abgrenzung der Organe vorgezeichnet liegt aber der Kreislauf des Blutes durch das Herz bei den übrigen Amphibien zu Tage, und eine Vermischung des Blutes in den Herzhöhlen selbst, ist durch die Communication der rechten und linken Herzkammer unstreitig mehr oder minder unter gewissen Umständen gegeben, obwohl die Art der Vermischung und dieser Vorgang überhaupt noch nicht gehörig ins Licht gestellt ist. Es sind hier mehrere Momente oder Fragen zur Sprache zu bringen."

„Erstens: Welche Vorrichtung ist in dem Herzen vorhanden, dass das venöse Blut, welches aus dem rechten Sinus in den rechten Ventrikel einströmt, nicht aus demselben in die *Aorta dextra* gelange? Bei den Schildkröten ist es eine halbmondförmige Fleischfalte am *Ostium venosum* des rechten Ventrikels unter der Mitralklappe und mehr rechts von ihr, welche den Rücktritt des Blutes sowohl in den rechten Sinus als auch in die *Aorta dextra* zu hindern im Stande ist. Bei den Sauriern (mit Ausnahme der Krokodile) und bei den Ophidiern ist solche Klappe ebenfalls vorhanden. Auch die Muskelleiste hindert dieses Eintreten, jedoch nur in Betreff des in dem eigentlichen Lungenventrikel *(Recessus pulmonalis ventriculi dextri)*[2]) angesammelten Blutes."

„Zweitens: Welche Vorrichtung ist vorhanden, dass das arteriöse Blut aus dem linken Sinus in die Aorta gelange? Ausser der angeführten Klappe im rechten Ventrikel und der Muskelleiste daselbst, ist es die Richtung des Blutstromes, die Lage und Form der Mitralklappen, welche mit ihrer unteren concaven Fläche einen Halbcanal für diesen Blutstrom bilden, und die Lage der *Aorta dextra* nach hinten, welche dieses bewirken. Am schönsten sieht man dieses an dem Herzen der Testudo, wovon ich die Abbildung auf Taf. VI, Fig. 1, gegeben habe. Die Form und der Bau des Herzens ist hiezu wie gewählt. Das Herz ist in die Quere langgezogen, der rechte Ventrikel von oben nach unten, der linke dagegen von links nach rechts gegen den Ausgang in die Aorta laufend. Man sieht die Richtung des arteriösen Blutstromes an der eingebrachten Sonde. Dagegen ist die Richtung des venösen Blutstromes von rechts nach links und nach der vorwärts liegenden *Arteria pulmonalis* zulaufend."

„Drittens: Welche Vorrichtung ist vorhanden, dass das venöse Blut aus dem rechten Sinus in den Lungenventrikel gelange und von da in die *Arteria pulmonalis*. Diese Vorrichtung besteht in Betreff des Einströmens des Blutes in der günstigen Richtung, der Lage des rechten Sinus und Lungenventrikels nach vorwärts und der dadurch gegebenen Richtung des Blutstromes dahin, in Betreff des Ausströmens in der Muskelleiste, welche den Lungenventrikel bei seiner Contraction abschliesst."

„Viertens. Welche Vorrichtung hindert, dass das arteriöse Blut in den Lungenventrikel und in die *Arteria pulmonalis* gelange, und dass somit die Lunge nicht wieder bereits schon in ihr oxydirtes Blut erhalte? Die Muskelleiste, die Richtung des arteriösen Blutstromes und die obgenannte Klappe."

---

[1]) Auf die Kritik der Ansichten Mayer's über den Kreislauf des Krokodils, die sich denen von Bischoff in so ferne nähern, als auch er annimmt, das Blut ströme im *Foramen Panizzae*, von der linken Aorta zur rechten, bin ich nicht näher eingegangen, weil ich Alles, was sich für jetzt über diesen Gegenstand sagen lässt, an die Angaben von Panizza und von Bischoff geknüpft zu haben glaube.

[2]) Unsere untere Abtheilung des *Cavum venosum*. Wir haben oben gesehen, dass die Muskelleiste nicht das Austreten des venösen Blutes aus dieser Höhle, sondern umgekehrt das Eintreten des arteriellen in diese Höhle verhindert, denn, sobald die Sperrung Statt findet, wird der Druck in der übrigen Herzhöhle grösser als in der besagten Abtheilung, die Muskelleiste schliesst deshalb wie ein Ventil, und hält eben jenen grösseren Druck vom kleinen Kreislaufe ab, indem sie zugleich den Eintritt des arteriellen Blutes verhindert. Brücke.

„Durch diese Einrichtung ist nun bei den Cheloniern, bei den Sauriern (mit Ausnahme der Krokodile) und bei den Ophidiern der Blutlauf im Herzen so geregelt, dass der venöse Strom in die *Arteria pulmonalis* und der arteriöse Strom in die *Aorta dextra* gelange."

„Wie verhält es sich aber mit der *Aorta sinistra*? Beim Krokodil sahen wir, dass diese *Aorta sinistra* venöses Blut erhält und sodann später der *Aorta dextra* zuführt. Da bei den Krokodilen ein vollkommenerer Grad des Kreislaufes des Blutes im Herzen Statt hat, so könnte man schliessen, dass es sich auch so bei den Cheloniern, Sauriern und Ophidiern verhalten werde. Es möchte jedoch hier zugleich auch der arteriöse Blutstrom einen Zugang zu der *Aorta sinistra* erhalten. Das *Ostium* dieser linken *Aorta* liegt oben, etwas nach rechts an und vor der Muskelleiste, so dass also das Blut, welches in dem oberen rechten *Recessus* des rechten Ventrikels, zwischen der Muskelleiste und dem *Ostium venosum* des Ventrikels sich befindet, in die *Aorta sinistra* gelangen kann. Solches Blut kann aber theils venöses aus dem rechten Sinus, theils arteriöses aus der Communicationsöffnung der Ventrikel sein. Dieses geschieht besonders dann, wenn der arteriöse Blutstrom, wie dieses bei den Ophidiern, Sauriern und Cheloniern der Fall ist, sich weniger mit dem venösen Blutstrom kreuzt. Es kömmt also wohl immer bei ihnen gemischtes Blut, venöses und arteriöses in die *Aorta sinistra*."

Unter der Fleischfalte, welcher Mayer die Wirkung zuschreibt, das venöse Blut von der rechten *Aorta* abzuhalten, kann er wohl nichts anderes verstanden haben, als den äusseren Lappen der Atrioventricular-Klappe am *Ostium venosum dextrum*, von welchem ich aber nicht einsehe, wie er diese Wirkung ausüben soll. Die *Aorta dextra* entsteht, wie die *sinistra*, ganz frei aus dem *Cavum venosum* und das erste Blut, welches in sie hineinfliesst, muss demnach venöses sein. Auch weist die directe Untersuchung des Blutes die Unrichtigkeit von Mayer's Ansicht nach, indem das Blut in beiden *Aorten* sichtlich von gleicher Farbe ist. Es fragt sich aber, ob nicht doch ein so geringer Unterschied in dem Sauerstoffgehalte beider Blutarten ist, dass man ihn an der Farbe nicht wahrnehmen kann, und ob desshalb nicht Mayer's Ansicht in so weit richtig ist, dass die rechte Aorta relativ mehr arteriellos und relativ weniger venöses Blut führt als die linke. Hierfür sprechen folgende Wahrscheinlichkeitsgründe:

1. Die Lage der rechten Aorta, indem sie dem *Cavum arteriosum* näher liegt als die linke, und ihr somit in einer Phase der Herzcontraction schon arterielles Blut zufliessen kann, in welcher die linke Aorta noch mit venösem gespeist wird.

2. Haben wir gesehen, dass bei den Krokodilen Kopf, Hals, Brust und Vorderbeine rein arterielles Blut erhalten, und dass auch bei den Fröschen das Blut, welches zum Kopfe geht, arterieller sein muss, als das des übrigen Körpers, wodurch wir auf die Vermuthung hingeleitet werden, dass dem Kopfe ein sauerstoffreicheres Blut nöthig sei als dem übrigen Körper. Bei Schildkröten, Schlangen und Eidechsen aber, sehen wir die Schlagadern des Kopfes eben so wie die Subclavien, wo solche vorhanden sind, immer aus der rechten, nie aus der linken Aorta hervorgehen. Ebenso werden die Schlagadern des Herzens immer aus der rechten Aorta gespeist.

3. Endlich wissen wir, dass beim Krokodil das Blut in den Schlagadern der Verdauungswerkzeuge dunkler als im übrigen Körper ist, woraus die Möglichkeit erhellt, dass diese Organe sich mit einem sauerstoffärmeren Blute begnügen können. Nun sehen wir aber, dass bei den Schildkröten und beim *Psammosaurus* das chylopoetische System mit dem Blute der linken Aorta gespeist wird, bei den übrigen Eidechsen und den Schlangen hingegen aus dem Stamme, der aus der Vereinigung der rechten und linken Aorta hervorgegangen ist. Indessen werden auch bei den schwanzlosen Batrachiern die Verdauungswerkzeuge aus der linken Aorta gespeist, während man nicht annehmen kann, dass hier die linke Aorta ein anderes Blut führe als die rechte.

Nachdem ich so den Kreislauf der Amphibien, so weit es mir bis jetzt möglich geworden ist, erörtert habe, mag es mir erlaubt sein, noch einige Worte über den Zusammenhang zu sagen, welcher zwischen der Art des Kreislaufes und der Leichtigkeit besteht, mit welcher diese Thiere längere Unterbrechungen

der Respirationsbewegungen ertragen, so dass viele von ihnen, auch wenn ihre Hautrespiration wie bei Schildkröten, Krokodilen und Schlangen nicht beträchtlich ist, doch viel länger unter Wasser ausharren können, als dies einem warmblütigen Thiere möglich sein würde.

Wenn die Respirationsbewegungen eines warmblütigen Thieres auf irgend eine Weise unterbrochen werden, so muss man immer zwei Factoren der eintretenden Athemnoth unterscheiden.

Der erste ist die Störung, welche im Kreislaufe dadurch eintritt, dass die Athembewegungen nicht mehr auf die Fortbewegung des Blutes in den Lungen einwirken. Da durch die Respirationsbewegungen die Capacität der Blutgefässe in den Lungen mit dem athmosphärischen Drucke, welcher auf denselben lastet periodisch geändert wird, und da die Semilunarklappen am Eingange in die Lungenarterie jede rückgängige Bewegung des Blutes verhindern, so ist es klar, dass ein Theil der Arbeitskraft, welche die Respirationsbewegungen repräsentiren, für die Fortbewegung des Blutes in den Lungen verwendet wird, so dass, wenn sie aufhören, der Durchgang des Blutes durch die Lungen erschwert ist, welche Erscheinung bei den warmblütigen Thieren begreiflicher Weise auf den ganzen Kreislauf zurückwirkt, da hier in beiden Kreisläufen nicht dauernd in gleichen Zeiten ungleiche Mengen von Blut befördert werden können. Anders verhält es sich bei den Amphibien, bei welchen nicht nur die Blutmengen, welche in gleichen Zeiten in beiden Kreisläufen befördert werden, dauernd ungleich sind, sondern auch die in dem kleinen Kreislaufe beförderte Blutmenge Schwankungen unterliegen kann, ohne dass dadurch der grosse Kreislauf wesentlich alterirt wird, indem dem Blute neben dem kleinen Kreislaufe immer ein Abfluss durch den grossen offen steht, so dass bei gehinderten Athembewegungen das Blut nur etwas langsamer durch die Lungen fliesst, hieraus aber niemals eine Ueberfüllung des Lungenherzens entstehen kann, da dasselbe vom Körperherzen nicht getrennt ist.

Der zweite Factor der Athemnoth ist die chemische Veränderung des Blutes mit den Functionsstörungen, welche sie nach sich zieht. Diese muss bei den Amphibien aus doppeltem Grunde langsam eintreten. Erstens nehmen die Amphibien wenn sie unter Wasser gehen, in ihren sehr grossen Lungen einen Vorrath von Luft mit sich. Die Capacität der Lungen ist hier so bedeutend, dass die mögliche Grösse eines Luftvorrathes nicht sowohl von ihr als vielmehr von dem specifischen Gewichte der Thiere abhängig ist, indem sie nur so viel Luft mit sich nehmen können, dass das mittlere specifische Gewicht ihres Körpers sammt der Luft, dem des Wassers gleich ist; würden sie mehr Luft mitnehmen, so würden sie durch dieselbe gehoben werden.

Nun findet es sich aber, dass gerade bei den besten Tauchern, den See- und Fluss-Schildkröten, die Eigenschwere des Körpers so bedeutend ist, dass sie ein im Verhältniss zu der Grösse ihres Körpers sehr beträchtliches Luftvolum mit unter Wasser nehmen können, was in geringerem Grade auch von den Krokodilen, am wenigsten von den Schlangen gilt. Zweitens verändern die Amphibien wegen ihrer kleineren Lungenoberfläche und ihres geringeren Stoffverbrauches diese mitgenommene Luft viel langsamer, als es ein warmblütiges Thier thun würde, und können desshalb viel länger an dem Sauerstoff derselben zehren.

Endlich aber darf man auch nicht ausser Acht lassen, dass aus uns noch unbekannten Gründen die Amphibien viel grössere Abweichungen vom Normalzustande ertragen, als die warmblütigen Thiere, indem die einzelnen Systeme von einander viel unabhängiger zu sein scheinen, so dass eines derselben schon während längerer Zeit bedeutend in seiner Function gestört sein kann, während die übrigen ihre gewohnte Thätigkeit noch fortsetzen, und es ist nicht zu verkennen, dass vermöge dieser grösseren Widerstandsfähigkeit die Amphibien Veränderungen in dem Gasgehalte ihres Blutes längere Zeit hindurch ertragen, welche bei warmblütigen Thieren sofort das Leben aufheben würden.

II. Ueber eine eigenthümliche Einrichtung in der Pfortader der Schlangen.

(Vorgetragen in der Sitzung am 17. October 1850. Taf. VII.)

Wenn man den Stamm der Pfortader einer Natter straff mit Injectionsmasse anfüllt, so bemerkt man, dass er stets ein schrauben- oder korkzieherförmig gewundenes Ansehen annimmt. Dies rührt von einer

besonderen Einrichtung her, welche ich demnächst beschreiben werde. Die Wand der Pfortader ist nicht durchgängig von gleicher Dicke, sondern es windet sich in ihr eine schmale nach aussen zu gar nicht, und, wenn die Vene leer ist, nach innen zu wenig vorspringende Leiste schraubenförmig entlang. Man beobachtet dieselbe am besten, wenn man an einer lebenden Schlange die Pfortader blosslegt, den grössten Theil des Blutes herauslässt und dann, mit dem Finger leise über das Gefäss streichend, den Rest vor demselben hertreibt; dann sieht man jene Leiste sich wie einen weissen Faden in ihrem schraubenförmigen Verlaufe hinziehen. An einzelnen Stellen ist sie schärfer gezeichnet, an anderen geht sie mehr allmählich in das benachbarte Gewebe über.

Um sich die physiologische Bedeutung dieser Leiste klar zu machen, denke man sich einen elastischen und leicht auszudehnenden cylindrischen Schlauch, den man umwunden hat mit einer Drathspirale von weit von einander abstehenden Windungen, welche überall fest mit der Wand des Schlauches verbunden sind. Bringt man nun am einen Ende des Schlauches durch theilweises Verschliessen seiner Oeffnung einen Widerstand an und treibt von dem andern her unter steigendem Drucke eine Flüssigkeit hinein, so wird die nächste Folge sein, dass sich der Schlauch sowohl in die Länge wie in die Dicke auszudehnen sucht. Indem er sich in die Dicke auszudehnen sucht, wird sich ein gewundener Wulst zwischen den Drathwindungen hervortreiben; indem er sich in die Länge auszudehnen sucht, wird die Drathspirale selbst gedehnt und dadurch der Radius des Cylinders, um welchen man sich die Windungen gelegt denkt, verkleinert werden, und zwar um so rascher, je grösser die Elevationen der Spirale sind; denn, wenn ich die Länge des Drathes l, die Länge des Schlauches λ und die Zahl der Windungen n nenne, so ist dieser Radius $r = \frac{\sqrt{l^2 - \lambda^2}}{2 n \pi}$

Ganz so verhält es sich mit der Pfortader der Schlange; auf diese Weise erhält sie ihr korkzieherförmiges Ansehen, und wenn sie strotzend angefüllt ist, schneidet jene Leiste mit ihrer scharfen Kante nach Art einer Spiralklappe tief in das Lumen derselben ein. Während also in einem gewöhnlichen elastischen Rohre bei steigendem Drucke der durchströmenden Flüssigkeit der Reibungswiderstand an sich und abgesehen von der Vermehrung desselben durch die steigende Stromgeschwindigkeit verringert wird, verändert hier der wachsende Druck die Gestalt der Röhre in der Weise, dass sie dem Strome einen bei weitem grösseren Widerstand entgegensetzt. Es ist dies ein seltsam einfaches Mittel, bei wechselndem Drucke eine näherungsweise constante Stromgeschwindigkeit zu erzielen, und es liegt nahe zu vermuthen, dass gerade bei den Schlangen wegen ihres langen Fastens und ihrer seltenen aber enormen Mahlzeiten ein solcher Regulator im Pfortadersystem nothwendig geworden ist.

In Fig. 17 habe ich die Pfortader und die untere Hohlvene von *Coluber Aesculapii* beide straff injicirt dargestellt. Die Pfortader mit ihren Zuflüssen ist roth, die Hohlvene gelb gemalt.

III. Ueber den Bulbus arteriosus der Fische.

(Vorgetragen in der Sitzung am 17. October 1850.) Taf. VIII.

Es ist hinreichend bekannt, welche Wichtigkeit der *Bulbus arteriosus* durch die berühmten Untersuchungen meines hochverehrten Lehrers, Herrn Joh. Müller, für die ichthyologische Systematik erlangt hat. Der Zweck der folgenden Zeilen ist der, ihn unter einem anderen Gesichtspunkte zu betrachten, nämlich in Rücksicht auf die Bedeutung, welche er für die mechanische Einrichtung des Fischorganismus hat. So viele und gründliche Untersuchungen in neuerer Zeit über den Kreislauf angestellt sind, so wenig Aufmerksamkeit hat man bis jetzt der Mechanik der Blutbewegung bei den untersten der Wirbelthiere, den Fischen zugewendet, und doch ist sie für den Naturforscher, der nicht mit Rücksicht auf irgend einen praktischen Nutzen, sondern behufs der tieferen Einsicht in die Natur arbeitet, von nicht minderem Interesse.

Es ist bekannt, dass nicht nur die mittlere Grösse, sondern mehr noch die periodische Schwankung des Druckes, welchen das Blut auf die Gefässe ausübt, vom Herzen gegen die Capillargefässe hin fort-

während abnimmt, und dass dies bewirkt wird durch die Elasticität der Arterienhäute, welche nach E. H. Weber's treffendem Vergleiche ganz denselben Dienst leistet wie die Elasticität der Luft in dem Windkessel einer Feuerspritze. Es muss nun auf den ersten Anblick auffallen, dass das zarte Capillargefäss-System des respiratorischen Kreislaufes bei den Fischen durch seine Lage mehr dem Stosse der Blutwelle ausgesetzt ist, als bei anderen Wirbelthieren. Es ist hier unmittelbar vor dem Herzen zwischen diesem und dem Körperkreislaufe eingeschaltet, das Blut strömt in ihm, während es noch den ganzen bedeutenden Widerstand des Körperkreislaufes vor sich hat, und muss andererseits vom Herzen her durch kräftige Pulsationen getrieben werden, um eben diesen Widerstand zu überwinden. Desshalb ist ein eigener Apparat nöthig geworden, um die Kiemen-Capillaren vor dem Stosse der Blutwelle zu schützen und dieser Apparat ist der *Bulbus arteriosus*. Um die Form und Einrichtung desselben genauer zu studiren, habe ich denselben bei verschiedenen Fischen im frischen Zustande mit Talg ausgespritzt, ihn dann getrocknet, durchschnitten und das Talg durch warmes Terpentinöl wieder entfernt, ganz so wie bei der gleichen Präparation der Amphibienherzen. Ich habe mich nicht berechtigt gehalten, zu dieser kleinen Untersuchung das kostbare Material von Sammlungen zu verwüsten, und desshalb nur die gewöhnlichen auf dem Markte käuflichen Fische untersucht. In seiner einfachsten Form ist der *Bulbus arteriosus* im Wesentlichen nichts als eine birnförmige Erweiterung des Arterienstammes. Der elastische Regulator ersetzt hier durch Weite, das was ihm an Länge abgeht. Unter dem Drucke des eintretenden Blutes dehnt er sich aus, nimmt eine beträchtliche Quantität Blut auf und presst, diese nach dem Aufhören der Herzsystole und nach erfolgtem Verschlusse der Semilunarklappen, indem er sich vermöge seiner Elasticität zusammenzieht, in das Arteriensystem hinein. Solche Bulbi einfachster Form kommen z. B. den Hechten und den Welsen zu.

Indessen zeigt die Wandung hier in ihrem Baue schon eine gewisse Verschiedenheit von der gewöhnlichen Arterienwand, welche offenbar mit ihrer Function zusammenhängt. Während in den Arterienhäuten die elastischen Fasern gleichförmige Lager bilden, findet man sie im Bulbus zu starken Bündeln vereinigt, welche ein weitmaschiges Netz bilden, dessen Fäden an manchen Stellen nicht unbedeutend an der inneren Oberfläche vorspringen, und sich, wenn man den Bulbus recht straff ausspritzt und dann trocknen lässt, auf der äusseren Oberfläche als rinnenförmige Vertiefungen sichtbar machen. Hierdurch wird es möglich, dass der Widerstand, den die Wand der Ausdehnung entgegensetzt, langsamer wächst als dies bei gleichförmiger Vertheilung ihrer elastischen Elemente der Fall sein würde und sich doch bei nachlassendem Drucke mit hinreichender Kraft zusammenzieht, um ihren Inhalt auszupressen. Dieser Bau ist besonders schön an den grossen Exemplaren von *Silurus glanis* zu sehen, welche hier in Wien fast an jedem Freitage auf den Fischmarkt gebracht werden. Fig. 18 ist ein solcher auf die oben beschriebene Weise präparirter Bulbus in natürlicher Grösse abgebildet, und Fig. 19 zeigt denselben in der Richtung der Mittelebene des Thieres durchschnitten, so dass man am unteren Ende die eine der beiden Semilunarklappen sieht, welche den Rückfluss des Blutes aus dem Bulbus in den Ventrikel verhindern.

Präparirt man auf dieselbe Weise den *Bulbus arteriosus* irgend eines Fisches aus der Familie der Cyprinoiden, so bietet sich ein neuer und überraschender Anblick dar. Bei diesen Fischen sind nämlich die Wände des Bulbus nach allen Richtungen von Hohlräumen durchsetzt und so vollständig in ein schwammartiges cavernöses Gewebe verwandelt. Dieses System von Hohlräumen steht mit der centralen Höhle des Bulbus durch 10 bis 12 Hauptöffnungen in Verbindung, welche um dieselbe wie die Fenster einer Laterne im Kreise gestellt sind. Diese Fenster sind meistens eiförmig und mit ihrer stumpfen Seite gegen das Herz hin gewendet. Sie sind von einander getrennt durch schmale Pfeiler von Substanz, welche nach vorne zu schwibbogenförmig in dünne Membranen zusammenlaufen, welche segelartig vor grösseren Höhlen, den Atrien des eigentlichen cavernösen Gewebes, ausgespannt sind und so das *Ostium arteriosum* des Bulbus umkränzen. Da nun beim Beginne der Herzsystole in dem collabirten Bulbus die Ränder aller dieser Segel einander genähert sind, so fängt sich der Blutstrom sogleich in ihnen und wird in das cavernöse Gewebe geleitet, welches er strotzend anfüllt, und welches sich während der Diastole langsam wieder entleert.

Durch Vivisection eines Karpfen kann man sich leicht überzeugen, wie höchst vollkommen die Wirkung eines so construirten Bulbus ist, indem trotz der kräftigsten Contractionen des Herzens der aus dem Bulbus hervorgehende gemeinsame Schlagaderstamm nur verhältnissmässig äusserst schwache Pulsationen zeigt.

Das ausgedehnteste cavernöse Gewebe habe ich bei den Geschlechtern *Cyprinus*, *Tinca*, *Abramis* und *Chondrostoma* gefunden, etwas schwächer ausgebildet ist es bei *Barbus* und *Leuciscus*. Fig. 20 ist ein nach der Hunter'schen Methode präparirter Bulbus eines *Cyprinus carpio* einmal vergrössert und im Durchschnitt dargestellt. *a* ist der Eingang vom Herzen her, der ebenfalls mit zwei Semilunarklappen versehen ist, die aber hier abgetragen sind; *bb* sind Haupteingänge in das cavernöse Gewebe; *ddd* grössere Höhlen im Durchschnitt; *ccc* die vorbeschriebenen häutigen Segel, hinter welchen sich der Blutstrom aufstaut.

Fische aus anderen Familien, welche ich untersuchte, z. B. *Lota vulgaris*, *Salmo hucho*, *Salmo trutta*, *Aspero Zingel* und *Lucioperca zandra* zeigten gleichfalls Cavernen in der Wand des Bulbus, aber von geringerer Ausdehnung als bei den Cyprinoiden.

So gewiss es nun ist, dass die *Bulbi arteriosi* aller gemeinen Knochenfische *(Teleostei Müller)* nur passive Pulsationen zeigen, so schliesst dies doch die Frage nicht aus, ob nicht in ihnen auch contractile Elemente enthalten seien, gerade so, wie sich dergleichen in den Arterien der übrigen Wirbelthierclassen finden, ja der Analogie nach muss dies sogar als sehr wahrscheinlich erscheinen. Es ist mir indessen eben so wenig wie meinen Vorgängern gelungen, einen genügenden Beweis für das Vorhandensein solcher contractilen Elemente aufzustellen. Wenn man mit den stark einander genäherten Elektroden eines Neef'schen Magnet-Elektromotors den *Bulbus arteriosus* eines Hechtes berührt, so zieht sich derselbe freilich in kurzer Zeit zusammen, zugleich aber bemerkt man, dass der Ventrikel sich nicht mehr frei wie sonst während der Diastole ausdehnt und desshalb eine geringere Blutmenge als gewöhnlich befördert, welcher Umstand hinreichender Grund für die Verengerung des Bulbus ist. Macht man einen Gegenversuch, indem man die Elektroden auf den Ventrikel setzt, so nimmt der Durchmesser des Bulbus gleichfalls ab. Schneidet man den Bulbus vom Ventrikel, oder diesen von dem Vorhofe ab, so fällt der Bulbus gleich so stark zusammen, dass man auch auf die stärksten Reize keine weitere Contraction mehr an ihm wahrnimmt. Auch die mikroskopische Untersuchung dieses Arterienbulbus wies nicht mit Bestimmtheit das Vorhandensein von contractilen Elementen nach, andererseits aber zeigte sich die Substanz desselben auch wesentlich verschieden von dem gewöhnlichen elastischen Gewebe der höheren Wirbelthiere. Sie ist weiss und schwach durchscheinend, in Essigsäure quillt sie wenig auf, wird aber diaphaner, ihre Elasticität behält sie, zerreisst aber leichter als im frischen Zustande; in Alkohol verschrumpft sie, wird völlig undurchsichtig und verliert einen grossen Theil ihrer Elasticität. Unter dem Mikroskope zeigt das Gewebe parallele Streifen, welche in verschiedenen Schichten eine verschiedene Richtung haben. Nach dem Verlaufe dieser Streifen lässt es sich in Fasern von verschiedener Dicke spalten und jede dieser Fasern scheint wie ein Kautschukband elastisch zu sein, so dass sie, innerhalb gewisser Grenzen ausgedehnt, wieder auf ihre frühere Länge zurückgeht, während bei dem gewöhnlichen elastischen Gewebe, wenn ein Zug auf dasselbe wirkt, die Fasern mehr aus ihrer Lage gebracht als ausgedehnt werden, und nach dem Aufhören des Zuges wieder in dieselbe zurückstreben, wie ein Netzwerk von mit einander vernieteten Uhrfedern dieses thun würde.

Von Fischen mit muskulösem selbstständig pulsirendem Bulbus habe ich allein *Accipenser Ruthenus* lebend untersuchen können. Durch Vivisection desselben überzeugt man sich aber sogleich, dass sein muskulöser Bulbus ganz denselben Dienst leistet, wie ein elastischer. Während der Systole des Ventrikels ist seine Muskulatur erschlafft, er gibt dem Drucke des Blutes willig nach und füllt sich an; nach beendeter Systole zieht er sich langsam zusammen und entleert seinen Inhalt in das Arteriensystem. Der einzige wesentliche Unterschied besteht darin, dass bei elastischem Bulbus die Arbeitskraft, welche nöthig ist, um den Kreislauf zu treiben, allein vom Herzen aufgebracht werden muss, ein muskulöser Bulbus dagegen dem Herzen einen Theil der Arbeit abnimmt.

Fig. 1.



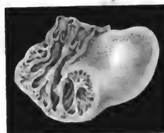


Fig. 2.





Fig. 3.





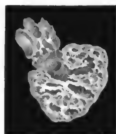


Fig. 4.





Fig. 6.



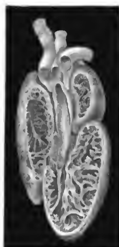


Fig. 5.





Fig. 7.



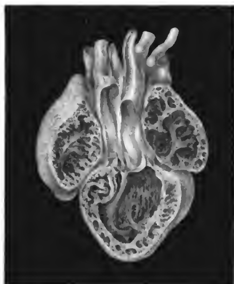


Fig. 8.







Fig. 9.





Fig. 10.

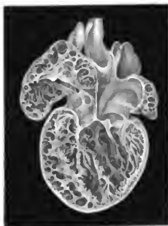


Fig 11.



Fig 12





Fig 13

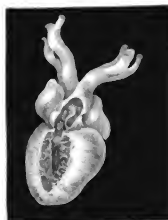




Fig. 14.

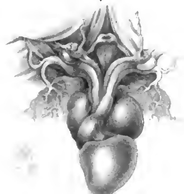




Fig. 15.





Fig. 16.

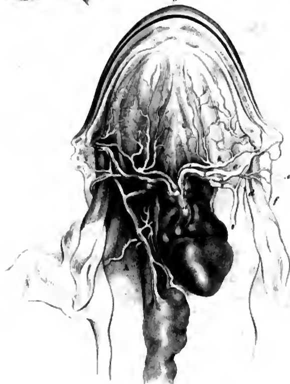


Fig. 17.

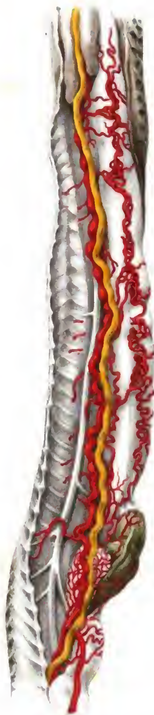


Fig. 18.



Fig. 19.



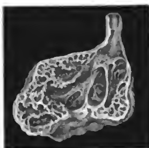


Fig. 20.



Verbesserungen.

Seite	4	Zeile	13	von	unten	statt:	gedrück	lies:	gedrückt
„	12	„	11	„	oben	„	das	„	den
„	13	„	7	„	„	„	die	„	der
„	17	„	1	„	„	„	*aï*	„	*ai*
„	17	„	3	„	„	„	*addito*	„	*adito*
„	24	„	23	„	unten	„	hervor, erstens:	„	hervor: erstens,
„	26	„	20	„	oben	„	*della*	„	*delle*
„	26	„	23	„	„	„	Aortenbogen	„	Aortenbögen
„	27	„	1	„	„	„	noch ein	„	noch eine


Princeton University Library
32101 076139680